



## Regolamento didattico del Corso di Laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Anno Accademico 2014-15

### Art. 1 – Premesse e finalità

1. Il presente Regolamento didattico, redatto ai sensi del DM 22 settembre 2010, n. 17, specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (LM-35).
2. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio afferisce alla Classe LM-35 delle lauree universitarie magistrali di cui al DM 16 marzo 2007 (GU n. 157 del 9-7-2007 - Suppl. Ordinario n.155).
3. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si svolge nel Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali (DICEAM). La struttura didattica competente è il Consiglio di Corso di Studio in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (LM-35).
4. Il Consiglio approva annualmente la Scheda Unica Annuale del Corso di studio (SUA CdS) da sottoporre all'esame del Consiglio di Dipartimento in cui sono definiti tutti gli aspetti didattici ed organizzativi non disciplinati dal presente Regolamento.

### Art. 2 – Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio ha lo scopo di formare figure professionali ad alta specializzazione nel campo della difesa e della protezione del territorio in grado di progettare e dirigere interventi relativi alla salvaguardia dai fenomeni di dissesto idrogeologico, della tutela dell'ambiente (gestione delle acque reflue e dei rifiuti, bonifica dei siti contaminati), del monitoraggio ambientale e della gestione del territorio, della produzione e gestione sostenibile dell'energia e del risparmio energetico.

Le attività formative caratterizzanti il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio riguardano i settori scientifico-disciplinari dell'Idraulica (ICAR/01), delle Costruzioni Idrauliche e marittime e idrologia (ICAR/02), dell'Ingegneria sanitaria-ambientale (ICAR/03), dei Trasporti (ICAR/05), della Topografia e Cartografia (ICAR/06), della Geotecnica (ICAR/07), della Scienza delle costruzioni (ICAR/08) e della Geologia applicata (GEO/05).

Le attività affini sono svolte nell'ambito dei settori scientifico-disciplinari delle Costruzioni di Strade, Ferrovie ed Aeroporti (ICAR/04), della Chimica (CHIM/07), della Fisica tecnica ambientale (ING-IND/11), della Scienza e tecnologia dei materiali (ING-IND/22), dell'Elettrotecnica (ING-IND/31), delle Misure elettriche ed elettroniche (ING-INF/07).

Il Corso di Laurea è completato da attività di tirocinio e dalla preparazione di una tesi in cui, sotto la guida di un docente, lo studente elabora un progetto avanzato o un'attività di ricerca in uno dei settori sopra menzionati.

Attività Formative obbligatorie per entrambi i curriculum

Le attività formative nel settore della salvaguardia dai fenomeni di dissesto idrogeologico mirano al raggiungimento dei seguenti obiettivi specifici:

- conoscenza della programmazione, esecuzione ed interpretazione delle metodologie di indagine in sito per la caratterizzazione geotecnica dei depositi naturali (ICAR/07);
- conoscenza delle tipologie e delle cause di innesco delle frane (ICAR/07);
- conoscenza dei differenti metodi di consolidamento dei terreni e delle rocce (ICAR/07).

Le attività formative nel settore della tutela dell'ambiente (gestione delle acque reflue e dei rifiuti, bonifica dei siti contaminati) mirano al raggiungimento dei seguenti obiettivi specifici:

- conoscenza delle principali problematiche legate alla meccanica dei terreni anche in interazione con gli inquinanti (ICAR/07);
- conoscenza dei processi e delle tecnologie avanzate di trattamento delle acque reflue (ICAR/03);
- conoscenza dei processi e delle tecnologie avanzate di trattamento e smaltimento dei rifiuti e in particolare delle discariche controllate (ICAR/03, ICAR/07);
- conoscenza dei processi e delle tecnologie avanzate di bonifica dei siti contaminati (ICAR/03, ICAR/07);

Le attività formative nell'ambito del monitoraggio ambientale e della gestione del territorio mirano al raggiungimento dei seguenti obiettivi specifici:

- conoscenza dei metodi e dei modelli per la costruzione di un sistema informativo territoriale (SIT) (ICAR/06);
- conoscenza dei GIS ad oggetti e di quelli dinamici (ICAR/06);
- conoscenza dei modelli di pianificazione e gestione dei trasporti urbani ed extraurbani con particolare riferimento alla mitigazione del loro impatto ambientale (ICAR/05);
- conoscenze sulle reti di monitoraggio ambientale e sulle relative tecniche di misura e di trattamento dei segnali (ING-IND/31; ING-INF/07);
- conoscenza degli strumenti metodologici per la formulazione e la risoluzione di problemi decisionali relativi alla sicurezza dei sistemi negli ambiti propri dell'ingegneria ambientale (ICAR/08);

Ulteriori obiettivi formativi specifici sono conseguibili attraverso la scelta fra un paniere di discipline (12 CFU) per entrambi i curriculum:

- conoscenza degli effetti dell'inquinamento, delle strategie per il suo controllo e delle tecniche analitiche e strumentali per il riconoscimento degli inquinanti (CHIM/07)
- conoscenze sulle procedure di valutazione di impatto ambientale (ICAR/04);
- conoscenze di base sulla sicurezza ed igiene sui luoghi di lavoro (ICAR/04);
- conoscenze di base sui processi di produzione e trasformazione dell'energia, sulle tecnologie per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili e delle tecnologie energetiche a basso impatto ambientale (ING-IND/11; ING-IND/22; ING-IND/31);

Il curriculum "Nuove tecnologie per la difesa del territorio e dell'ambiente" mira ad approfondire le conoscenze relative alla protezione dal rischio idraulico (in ambiente urbano e nelle aree costiere) e al monitoraggio ambientale:

- capacità di progettare reti di drenaggio urbano (ICAR/02);
- conoscenza degli strumenti analitici e metodologici per lo studio delle problematiche di difesa delle coste dall'azione del moto ondoso (ICAR/02);
- Approfondimento delle tematiche relative alle reti di monitoraggio ambientale ed alle misure ambientali (ING-IND/31; ING-INF/07).

Il curriculum "Produzione di energia a basso impatto ambientale" mira ad approfondire le conoscenze relative alla produzione e gestione sostenibile dell'energia e al risparmio energetico:

- conoscenze fondamentali sugli apparati di produzione, gestione e trasformazione dell'energia e sui principi della progettazione di componenti e sistemi basati sull'energia elettrica (ING-IND/31);
- conoscenze sulla produzione di energia da fonti rinnovabili (ING-IND/31; ING-INF/07);

Gli obiettivi formativi ed i risultati di apprendimento attesi forniscono al laureato gli strumenti sia per un inserimento diretto nel mondo del lavoro nel campo dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, sia per la prosecuzione degli studi nell'ambito di un Master universitario di secondo livello o di un Corso di Dottorato di Ricerca.

### **Art. 3 – Ammissione al Corso di Laurea magistrale**

1. Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio occorre essere in possesso di una Laurea triennale, ovvero di un analogo titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Occorre altresì essere in possesso sia di opportuni requisiti curriculari, sia di un'adeguata preparazione personale, così come specificato nei commi successivi.
2. L'accesso al Corso di studi è subordinato al possesso dei requisiti curriculari ed alla verifica della preparazione personale. I requisiti curriculari necessari consistono nella conoscenza di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano e nel possesso di un numero minimo di crediti in specifici settori scientifico-disciplinari:
  - a) almeno 45 CFU nei settori MAT/01 - MAT/09, FIS/01, CHIM/07, ING-INF/05 di cui almeno 9 CFU nel settore MAT/05, 6 CFU nel settore MAT/03, 6 CFU nel settore MAT/07, 12 CFU nel settore FIS/01, 6 CFU nel settore CHIM/07. Solo per gli anni accademici 2013/2014 e 2014/2015, per gli studenti in possesso di Laurea conferita ai sensi del DM 509/99, fermo restando il totale di 45 CFU nei settori sopra menzionati, sono sufficienti 8 CFU nel settore MAT/05, 5 CFU nel settore MAT/03, 5 CFU nel settore MAT/07, 10 CFU nel settore FIS/01, 5 CFU nel settore CHIM/07.
  - b) almeno 80 CFU nei settori da ICAR/01 a ICAR/20 e nei settori BIO/07, GEO/05, ING-IND/11, ING-IND/22, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/27 e ING-IND/31, di cui almeno 12 CFU nei settori ICAR/01-02, 6 CFU nel settore ICAR/06, 12 CFU nel settore ICAR/07, 12 CFU nel settore ICAR/08, 6 CFU nel settore ICAR/09, 6 CFU nei settori ING-IND/11-22-31. Solo per gli anni accademici 2013/2014 e 2014/2015, per gli studenti in possesso di Laurea conferita ai sensi del DM 509/99, fermo restando il totale di 80 CFU nei settori sopra menzionati, sono sufficienti 10 CFU nei settori ICAR/01-02, 5 CFU nel settore ICAR/06, 10 CFU nel settore ICAR/07, 10 CFU nel settore ICAR/08, 5 CFU nel settore ICAR/09, 5 CFU nei settori ING-IND/11-22-31.
  - c) Per i laureati all'estero la verifica dei requisiti curriculari può essere effettuata dal Consiglio di Corso di studi inquadrando le attività formative seguite con profitto all'interno dei settori scientifico-disciplinari omologhi dell'ordinamento italiano.
3. L'adeguatezza della preparazione personale viene valutata da una Commissione, composta da cinque docenti di ruolo, nominata ogni anno dal Direttore del DICEAM. Tale commissione, valutato il curriculum di studi di ciascun candidato all'ammissione, può sottoporre i candidati stessi ad un colloquio. Il Colloquio è obbligatorio per i candidati stranieri o dotati di un titolo di studio estero e per coloro i quali abbiano conseguito un voto di laurea inferiore a 90/110 (o equivalente). Per i candidati stranieri il colloquio è valido per l'accertamento della conoscenza, almeno strumentale, della lingua italiana.

#### **Art. 4 – Organizzazione delle attività formative**

1. L'elenco degli insegnamenti attivati è riportato in Allegato 1, insieme all'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei corrispondenti crediti formativi universitari (CFU), dell'eventuale articolazione in moduli, degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità obbligatorie, il cui rispetto sarà controllato dalle commissioni di esame.
2. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è organizzato in due curriculum denominati "Nuove tecnologie per la tutela del territorio e dell'ambiente" e "Produzione di energia da fonti rinnovabili", riportati in Allegato 2. Per il solo anno accademico 2013/2014 risultano attivi anche i curricula ad esaurimento "Difesa dell'Ambiente e del Territorio" ed "Energia e Ambiente".
3. I Docenti di riferimento del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio sono indicati nell'Allegato 3.
4. Le attività formative saranno svolte in due cicli didattici denominati semestri, della durata di almeno dieci settimane ciascuno, intervallati da almeno sei settimane per lo svolgimento delle sessioni d'esame. Il numero delle sessioni d'esame per ogni intervallo non è mai minore di due. Nel mese di settembre deve essere svolta almeno una seduta di esami aggiuntiva.
5. Per le attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula, ogni credito comporta otto ore di didattica frontale. Le esercitazioni hanno carattere di studio guidato e mirano a sviluppare la capacità dello studente di progettare gli interventi e di risolvere problemi ed esercizi.
6. Non sono previsti obblighi di frequenza per nessuna attività formativa.

#### **Art. 5 – Piani di studio**

1. Ogni studente iscritto al primo anno è tenuto a presentare un piano di studio comprensivo delle attività formative a scelta. Queste ultime potranno essere specificate tra quelle svolte nell'ateneo, purché coerenti con il progetto formativo.
2. È anche possibile presentare un piano di studio individuale, che dovrà rispettare gli obiettivi formativi ed il quadro generale delle attività formative indicati nell'Ordinamento didattico del Corso di Laurea.
3. I piani di studio dovranno essere presentati alla segreteria del Corso di Studi entro il 30 Novembre e dovranno essere approvati dal Consiglio del Corso di Studio.

In deroga alla scadenza indicata dal Manifesto, gli studenti che conseguono il titolo di studi triennale nelle sedute di laurea di ottobre o dicembre possono presentare i Piani di Studio entro il 31 dicembre dell'anno in corso.

#### **Art. 6 – Esami e verifiche del profitto**

1. Per ciascuna attività formativa è previsto un esame, il cui superamento corrisponde all'acquisizione dei crediti corrispondenti.
2. Per ciascuna attività formativa l'esame è effettuato da un'apposita commissione, costituita in accordo a quanto specificato dal Regolamento Didattico di Ateneo.
3. Per le attività formative riconducibili ad insegnamenti l'esame comporta, oltre l'acquisizione dei crediti, anche l'attribuzione di un voto espresso in trentesimi con eventuale lode, che concorre a determinare il voto di laurea. Negli altri casi il superamento della prova viene certificato con un giudizio di approvazione.
4. Gli esami possono consistere in una prova scritta e/o in una prova orale, in una relazione scritta e/o orale sull'attività svolta, in un test con domande a risposta libera o a scelta multipla, in una prova pratica di laboratorio o al computer. Potranno anche essere considerate eventuali altre prove sostenute durante il periodo di svolgimento dell'attività formativa. Le modalità di esame, che possono comprendere anche più di una tra le forme elencate in precedenza, dovranno essere indicate insieme al programma dell'insegnamento sulla guida dello studente e sul sito web del Corso di Laurea Magistrale.
5. Le eventuali prove in itinere non devono essere svolte contemporaneamente alle ore di didattica degli altri insegnamenti e non potranno essere del tutto sostitutive dell'esame finale. Il docente che intenda ricorrervi dovrà concordare le date e gli orari con i docenti degli insegnamenti svolti in parallelo.
6. I crediti acquisiti hanno validità per un periodo di sette anni dalla data dell'esame. Dopo tale termine il Consiglio del Corso di Studio potrà verificare l'eventuale obsolescenza dei contenuti conoscitivi, confermando anche solo parzialmente i crediti acquisiti.

#### **Art. 7 – Criteri per il riconoscimento di crediti acquisiti in altri Corsi di Laurea magistrali**

1. In caso di trasferimento da un altro Corso di Laurea Magistrale appartenente alla stessa classe, la quota di crediti riconosciuti per ogni settore scientifico-disciplinare non sarà inferiore al 50% di quelli già acquisiti. Le conoscenze e le abilità acquisite dovranno essere certificate ufficialmente dall'Università di provenienza.
2. Per gli studenti provenienti da Corsi di Laurea Magistrale appartenenti ad una classe diversa valgono le modalità di ammissione specificate nel precedente Articolo 2.

3. Per gli studenti provenienti da Corsi di Laurea Specialistici dell'Ateneo istituiti secondo il vecchio ordinamento, i crediti acquisiti saranno riconosciuti secondo la tabella di corrispondenza approvata nel Consiglio dei Corsi di Studio in Ingegneria Civile – Ambientale (seduta del 09.05.2012).
4. Lo studente che abbia avuto riconosciuti almeno 24 crediti viene iscritto al II anno di corso.

#### **Art. 8 – Riconoscimento di conoscenze e abilità professionali**

1. Può essere riconosciuto un massimo di 12 crediti corrispondenti a conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché ad altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso. (Nota 1063 del 29/04/2011)

#### **Art. 9 – Prova finale**

1. La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato progettuale sviluppato sotto la guida di un docente relatore. L'elaborato può essere redatto in lingua inglese.
2. Per essere ammessi a sostenere la prova finale, i candidati devono aver acquisito tutti i restanti crediti formativi.
3. L'elaborato oggetto della prova finale deve essere consegnato alla segreteria studenti almeno sette giorni prima della data della seduta di Laurea Magistrale.
4. La discussione della prova finale deve essere pubblica ed avverrà davanti ad una Commissione d'esame composta da almeno sette docenti, nominata dal Direttore del Dipartimento in cui il Corso di Studio è incardinato.

#### **Art. 10 – Conseguimento della Laurea magistrale**

1. Il conseguimento della Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio avviene con il superamento della prova finale.
2. Il voto di Laurea, espresso in centodecimi con eventuale lode, viene determinato valutando il *curriculum* dello studente e la prova finale come segue:
  - a. calcolo della media dei voti conseguiti al corso di laurea magistrale, espressi in trentesimi, utilizzando come pesi i relativi crediti.
  - b. a tale media, convertita in centodecimi, vengono sommati:
    - un punto per eventuali lodi conseguite in moduli corrispondenti a 24 crediti;
    - un punto per conoscenza della lingua inglese certificata a livello minimo C1;
    - un punto nel caso in cui l'esame di laurea avvenga in corso;
    - un massimo di sei punti per la prova finale (con un massimo di due punti per tesi compilative; fino a quattro punti per le tesi a carattere progettuale; fino a sei punti per le tesi a carattere sperimentale).
3. Ai candidati che raggiungono il punteggio di 110 può essere attribuita la lode con voto unanime della Commissione.

#### **Art. 11 – Modifiche al Regolamento**

1. Le modifiche al presente Regolamento sono proposte dal Consiglio del Corso di Studio e saranno sottoposte alla definitiva approvazione del Consiglio di Dipartimento.
2. Con l'entrata in vigore di eventuali modifiche al Regolamento Didattico di Ateneo o di altre disposizioni in materia si procederà alla verifica e alla eventuale modifica del presente Regolamento.

#### **Art. 12 – Norme transitorie**

1. Per tutto ciò che non è previsto dal presente Regolamento, si applicano le disposizioni contenute nello Statuto e nel Regolamento Didattico di Ateneo.

## ALLEGATO 1

Elenco delle attività formative con l'indicazione degli ambiti disciplinari, dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei crediti formativi universitari (CFU), delle propedeuticità obbligatorie, dell'eventuale articolazione in moduli e degli obiettivi formativi.

---

### Nome insegnamento: Geotecnica Ambientale

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Geotecnica
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	Ore totali: 48 Distinte in: <ul style="list-style-type: none"><li>• ore lezioni: 32</li><li>• ore esercitazioni: 10</li><li>• ore laboratorio: 6</li></ul>
<b>Modalità di esame:</b>	prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Nicola Moraci

#### Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire all'allievo le seguenti conoscenze. Conoscenza della normativa ambientale. Conoscenza degli effetti del costipamento sui terreni coesivi e dei metodi di realizzazione e di controllo del costipamento. Conoscenza e capacità di determinare la permeabilità delle terre in sito ed in laboratorio. Conoscenza degli elementi essenziali di una discarica controllata. Capacità di dimensionamento dei sistemi barriera (di rivestimento), dei sistemi di raccolta e rimozione del percolato e dei sistemi di copertura. Conoscenza dei sistemi di captazione dei biogas, del comportamento meccanico dei rifiuti solidi urbani, e capacità di valutare la stabilità delle discariche. Conoscenza dei sistemi di controllo e di monitoraggio delle discariche. Inoltre, il corso fornisce agli allievi elementi di conoscenza per lo studio della propagazione degli inquinanti nel sottosuolo e la conoscenza dei principali metodi di caratterizzazione, di bonifica e messa in sicurezza dei siti contaminati.

#### Programma dettagliato del corso

##### 1. Aspetti normativi (0,5 crediti)

D.L. 152 /2006

D.M. N.36 del 13/01/2003

##### 2. Costipamento (0,5 crediti)

Costipamento in laboratorio. Effetti del costipamento sui terreni coesivi. Costipamento in sito. Controllo del costipamento.

##### 3. Determinazione della permeabilità delle terre in sito ed in laboratorio (0,5 crediti)

Determinazione della permeabilità mediante prove di laboratorio. Prove di compatibilità in presenza di filtrazione di fluidi inquinati. Determinazione della permeabilità mediante prove in sito.

##### 4. Discariche controllate: aspetti geotecnici (2,0 crediti)

Scelta del sito, caratterizzazione geotecnica. Elementi essenziali di una discarica controllata. Sistemi barriera (di rivestimento). Sistemi di raccolta e rimozione del percolato. Sistemi di copertura. Sistemi di captazione dei biogas. Comportamento meccanico dei rifiuti solidi urbani. Stabilità delle discariche. Sistemi di controllo e di monitoraggio. Geosintetici utilizzati nella realizzazione di discariche controllate.

##### 5. Bonifica e messa in sicurezza di siti contaminati: aspetti geotecnici. (1,5 crediti)

Aspetti generali e normativi. Tipi di inquinanti. Propagazione degli inquinanti nei terreni: convezione, dispersione, diffusione, adsorbimento. Aspetti teorici e sperimentali. Piano di caratterizzazione. Concetto di bonifica e messa in sicurezza. Criteri per la scelta della tecnica di bonifica da utilizzare in relazione al tipo di inquinamento del sito. Trattamenti off site. Trattamenti on site. Trattamenti in sito. Messa in sicurezza. Sistemi di isolamento: superficiali, perimetrali di fondo.

## Testi consigliati

Appunti dalle lezioni e delle esercitazioni

COLOMBO P. - COLLESELLI F. Elementi di Geotecnica, Ed. Zanichelli, Bologna 1996

DANIEL D.E.. Geotechnical practice for waste disposal. Ed. Chapman&Hall, 1993.

BONOMO L. Bonifica di siti contaminate. Caratterizzazione e tecniche di risanamento. McGraw-Hill, 2005.

---

## Nome insegnamento: Meccanica Computazionale delle strutture

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/08
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Geotecnica
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	Ore totali: 48
<b>Modalità di esame:</b>	Colloquio orale e valutazione delle esercitazioni assegnate agli studenti

## TITOLARE DEL CORSO

Ing. Alba Sofi

### Obiettivi formativi

Il corso si propone di introdurre i principali metodi numerici per l'analisi di problemi strutturali dell'ingegneria civile. Il corso verte essenzialmente sugli aspetti teorici e pratici connessi con l'applicazione del metodo degli elementi finiti all'analisi di strutture in regime elastico-lineare. Vengono presentati, inoltre, il metodo delle differenze finite, i metodi dei residui pesati e il metodo di Rayleigh-Ritz.

### Programma dettagliato del corso

#### 1. Problema elastico e principi variazionali (1CFU)

Richiami: formulazione del problema elastico, metodo delle forze e metodo degli spostamenti. Metodo delle differenze finite. Elementi di calcolo delle variazioni. Identità fondamentale della Meccanica. Principio degli spostamenti virtuali. Principio delle forze virtuali. Principio di minimo dell'energia potenziale totale. Principio di minimo dell'energia complementare totale.

#### 2. Metodi variazionali e metodi matriciali (1.5 CFU)

Formulazione integrale pesata. Formulazione debole. Il metodo di Rayleigh-Ritz. I metodi dei residui pesati: metodo di Petrov-Galerkin; metodo di Galerkin; metodo dei minimi quadrati; metodo della collocazione; metodo dei sottodomini.

Formulazione matriciale del metodo degli spostamenti. Matrice di rigidità dell'elemento. Forze nodali equivalenti. Cambiamento di riferimento. Assemblaggio. Imposizione delle condizioni di vincolo e soluzione. Elaborazione dei risultati: calcolo delle tensioni e delle deformazioni. Applicazione all'analisi di travi reticolari e strutture intelaiate.

#### 3. Metodo degli elementi finiti (3.5 CFU)

Generalità sul metodo degli elementi finiti: approccio agli spostamenti. Il processo di discretizzazione. Formulazione del modello dell'elemento finito: derivazione della forma debole del problema; definizione delle funzioni interpolanti; determinazione della matrice di rigidità e delle forze nodali equivalenti. Assemblaggio: condizioni di continuità ed equilibrio. Imposizione delle condizioni di vincolo e soluzione. Elaborazione dei risultati. Elementi finiti monodimensionali: definizione delle funzioni di forma e delle proprietà. Elemento biella. Elemento trave di Timoshenko e di Eulero-Bernoulli. Condizioni di convergenza del metodo: validità degli elementi, conformità ed isotropia geometrica. Elementi finiti piani: definizione delle funzioni di forma e delle proprietà. Elemento triangolare. Elemento rettangolare. Elementi piastra. Coordinate intrinseche. Definizione delle funzioni di forma in coordinate intrinseche. Famiglie di elementi rettangolari piani: famiglia Lagrangiana e famiglia Serendipity. Elementi finiti isoparametrici. Integrazione numerica. Limitazioni dell'approccio agli spostamenti. Modellazione, errori e accuratezza. Cenni ai metodi misti. Cenni a modelli equilibrati e ibridi. Fenomeni di "locking". Struttura e principali caratteristiche di un software commerciale per l'analisi agli elementi finiti (ADINA). Svolgimento di esempi in aula.

## Testi consigliati

-K.J. Bathe, Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2006.

-L. Corradi Dell'Acqua, Meccanica delle strutture. Le teorie strutturali e il metodo degli elementi finiti. Volume 2. Seconda edizione. McGraw-Hill, 2010.

-J.N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method, Third Edition, McGraw-Hill, Singapore, 2006.

-O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor & J.Z. Zhu, Finite Element Method. Its Basis & Fundamentals, Sixth Edition, Elsevier, Oxford, 2005.

-ADINA. Finite Element Software. 900 nodes version.

---

### Nome insegnamento: Reti di drenaggio urbano

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR02
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Idraulica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	scritto e orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Pasquale FILIANOTTI

### Obiettivi formativi

Il Corso mira a fornire le conoscenze necessarie a:

- i) progettare e dimensionare i collettori di una rete di fognatura (sia unitaria sia separata) utilizzando sia modelli concettuali come il metodo cinematico e il metodo dell'invaso sia modelli lineari basati sull'Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH);
- ii) progettare e dimensionare le opere d'arte ricorrenti in un sistema di fognatura (caditoie, cunette, scaricatori di piena, ecc.);
- iii) dimensionare una vasca volano con il metodo delle sole piogge, della corrivazione, dell'invaso;
- iv) dimensionare un impianto di depurazione per il trattamento primario delle acque.

### Programma Dettagliato

#### 1) Richiami di idrologia (1 credito)

Formazione delle precipitazioni. Pluviometria. Raccolta dei dati idrografici. Probabilità degli eventi estremi: legge di Gumbel. Curve di possibilità pluviometrica. Tempo di ritorno di un evento naturale. Rischio di insufficienza di una rete di drenaggio. Ietogramma di progetto.

#### 2) Modelli di trasformazione afflussi-deflussi (1 credito)

Determinazione della pioggia netta: metodo del coefficiente di afflusso, metodo del Curve-Number. Modello cinematico. Metodo dell'invaso. Modelli parametrici lineari. Idrogramma unitario istantaneo.

#### 3) Reti di drenaggio urbano (1 credito)

Tipologie. Sistema unitario e sistema separato. Calcolo delle portate di acque nere. Progetto e verifica idraulica delle sezioni dei collettori. Materiali impiegati per la realizzazione delle condotte di fognatura. Forme delle sezioni trasversali. Criteri di posa delle condotte.

#### 4) Opere d'arte (1 credito)

Cunette. Caditoie. Pozzetti. Scaricatori a salto, derivatori frontali e sfioratori laterali.

#### 5) Vasche di laminazione (1 credito)

Vasche di prima pioggia. Vasche in serie e in parallelo. Dimensionamento delle vasche di laminazione con il metodo delle sole piogge, della corrivazione e dell'invaso.

#### 6) Impianti di depurazione (1 credito)

Generalità sulla depurazione dei liquami. Impianti per il trattamento primario delle acque: grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione. Impianti a fanghi attivi, impianti a letti percolatori. Sedimentazione secondaria.

### Testi consigliati

A. Paoletti, Sistemi di fognatura e di drenaggio urbano, Ed. CUSL Milano

G. Becciu, A. Paoletti, Esercitazioni di Costruzioni Idrauliche, CEDAM Padova

---



## Nome insegnamento: Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera

<b>Dipartimento:</b>	INGEGNERIA CIVILE, DELL'ENERGIA, DELL'AMBIENTE E DEI MATERIALI
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio Magistrale
<b>Classe:</b>	LM 35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/02
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Giuseppe Barbaro

#### Obiettivi formativi

Conoscenza degli strumenti analitici e metodologici per lo studio delle problematiche di difesa delle coste dall'azione del moto ondoso. Capacità di effettuare previsioni in tempi lunghi direzionali nei processi evolutivi costieri. Conoscenza dei modelli utilizzati in letteratura per prevedere l'evoluzione naturale delle baie. Capacità di individuare possibili interventi di ripascimento e di valutarne la stabilità e l'evoluzione nel tempo. Conoscenza specifica dei fenomeni costieri quali la risalita dell'acqua sulla spiaggia (run-up) e dell'innalzamento medio dell'acqua (set up). Capacità di progettare opere di difesa costiera e porti turistici e valutarne gli effetti sulla costa.

#### Programma dettagliato

##### Azioni delle onde sui litorali (1 credito)

L'innalzamento del livello medio dell'acqua (set-up).

Quote di sicurezza per la realizzazione di strutture in prossimità della battigia.

Il fenomeno del run-up.

Il periodo di ritorno di un rup che si mantiene al di sopra di una fissata soglia.

Il problema del volume di controllo compreso tra la linea di frangimento e la spiaggia.

Il trasporto litoraneo per le onde di mare generate dal vento.

Evoluzione di un litorale.

##### Azioni delle onde su strutture in prossimità alla battigia (1 credito)

Il problema del volume di controllo compreso tra la linea di frangimento e la spiaggia. Parte I: l'equilibrio alla traslazione secondo la direzione perpendicolare alla costa.

Parte II: l'equilibrio alla traslazione lungo-costa.

L'equazione di conservazione del materiale solido.

##### Le deformazioni dei litorali a tergo di strutture marittime (1 credito)

L'approccio analitico al problema della deformazione dei litorali.

Deformazione dei litorali conseguenti alla realizzazione di strutture.

Il problema della deformazione dei litorali. Prima soluzione esatta: il caso delle batimetriche isomorfe fino a profondità infinita.

Il problema della deformazione dei litorali. Seconda soluzione esatta: il caso delle batimetriche isomorfe fino ad un'assegnata profondità.

Deformazioni dei litorali a seguito di realizzazione di strutture: la deformazione prodotta da un pennello e da una barriera parallela alla riva.

##### Gli interventi di ripascimento (1 credito)

Evoluzione e stabilità di un ripascimento artificiale.

Fattibilità di un intervento di ripascimento e previsione della sua evoluzione nel tempo.

Stima dei costi di un intervento di ripascimento.

Analisi di ripascimenti effettuati lungo le coste italiane.

##### I modelli utilizzati per l'equilibrio naturale delle baie (1 credito)

Il modello di Hsu e Silvester.

Il modello di Badei.

Il modello di McCormick.

Il modello di Hsu, Jan & Wen.

Il modello di Gonzalez e Medina.  
Applicazione dei modelli parabolici alle coste italiane.

Progettazione di un porto turistico (1 credito)

Studio meteomarinario propedeutico.  
Tipologie di porti.  
Tipologie di opere di difesa esterna.  
Tipologie di opere interne.  
Dimensionamento elementi caratteristici (ricettività, imboccatura, canali navigabili, scalo di alaggio)

**Testi consigliati**

BOCCOTTI P., Idraulica Marittima, UTET, 1997.  
TOMASICCHIO U., Manuale di Ingegneria portuale e costiera, BIOS  
MILANO V., Idraulica marittima, Maggioli  
BARBARO G., Esercizi di Idraulica Marittima e Costiera e Costruzioni Marittime, BIOS, 1996.  
ARENA E BARBARO, Il rischio ondoso nei mari italiani, BIOS

---

**Nome insegnamento: Costruzioni idrauliche**

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM 35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/02
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova orale

**TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Ing. Giuseppe Barbaro

**Obiettivi formativi**

Conoscenza degli strumenti analitici e metodologici per lo studio delle problematiche di difesa dalle acque. Conoscenze di base per la progettazione e gestione delle opere di sbarramento (dighe a gravità, dighe a volta, dighe in materiali sciolti, traverse fluviali) e delle opere complementari (scarichi di superficie, scarichi profondi, dissipatori, opere di derivazione, condotte forzate, paratoie di tenuta e regolazione). Capacità di elaborare un piano di controllo delle piene nelle aree soggette ad inondazioni.

Acquisire padronanza sui criteri e sulle tecniche di progettazione e di verifica di reti di acquedotti, esterne e di distribuzione, attraverso esercitazioni pratiche. Conoscenza delle principali strutture che compongono un acquedotto e acquisire padronanza sul loro dimensionamento

**Programma dettagliato**

Le piene fluviali (1 credito)

Modelli di piena.  
Il metodo dell'invaso lineare.  
Metodo di Nash o dei serbatoi in serie.  
Paratoie e disposizione degli scarichi di superficie.  
Organi di intercettazione e disposizione degli scarichi profondi.  
Canale di raccolta, scivolo e dispositivi di laminazione.

Il fenomeno della propagazione delle piene (1 credito).

L'equazione del De Saint-Venant.  
Il metodo parabolico.  
La laminazione delle piene.

Il coefficiente di invaso.  
Il rapporto di riduzione al colmo.  
Dimensionamento vasca dissipazione.

#### Il controllo delle piene (1 credito)

Provvedimenti strutturali intensivi ed estensivi.  
Il fenomeno del risalto idraulico.  
Dimensionamento cassa d'espansione.  
Fondamenti del programma HEC-RAS.

#### Il trasporto solido fluviale (1 credito)

Teoria di Shields.  
Il modello di Gavrilovic.  
Il modello USLE (Universal Soli Loss Equation).  
Teoria di Du Boys.  
Teoria di Einstein.  
Il fenomeno del debris flow.

#### Dighe di sbarramento (1 credito)

Generalità, classificazioni e criteri costruttivi.  
Le dighe a gravità massicce.  
Le dighe a gravità alleggerite.  
Evoluzione delle forme e dei criteri di analisi statica delle dighe a volta.  
Dighe con pareti di ritenuta a volte o solette sostenute da contrafforti (dighe a speroni).

#### Dighe in materiali sciolti (1 credito)

Richiami sulla classificazione delle dighe in terra.  
I provvedimenti costruttivi e le opere complementari nella costruzione della diga del Menta.  
Verifiche di sicurezza delle dighe in terra e situazioni critiche.  
L'azione dell'acqua, il moto di filtrazione ed il costipamento nelle dighe in materiali sciolti.  
Calcolo della portata di filtrazione ed individuazione della linea di saturazione.

#### **Testi consigliati**

FERRO V. La sistemazione dei bacini idrografici, McGraw Hill  
BECCIU G. e PAOLETTI A., Fondamenti di Costruzioni Idrauliche, Ambrosiana  
MURACHELLI A. e RIBONI V., Rischio idraulico e difesa del territorio  
IPPOLITO G., Appunti di Costruzioni Idrauliche, Liguori Editore  
MAIONE U., Le piene fluviali, La Goliardica Pavese.

---

**Nome insegnamento: Corso integrato di Cartografia tematica, SIT, fotointerpretazione e telerilevamento e Ingegneria dei sistemi di trasporto**

Modulo: Cartografia tematica e GIS, & fotointerpretazione e Telerilevamento

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/06
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	9
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Topografia e Cartografia
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	72
<b>Modalità di esame:</b>	Esercitazione e discussione orale

#### **TITOLARE DEL CORSO**

Vincenzo Barrile

## Obiettivi formativi

L'allievo dovrà identificare un problema di natura territoriale/ambientale conoscendo le caratteristiche dei dati da utilizzare, come possono essere applicati, le procedure di trattamento, con lo scopo finale di estrarne informazioni di interesse anche attraverso la lettura fotogrammetrica e la fotointerpretazione. Inoltre dovrà essere in grado di gestire tali informazioni in un ambiente cartografico di riferimento.

## Programma dettagliato

### Modulo cartografia e GIS

Definizioni di cartografia di base, tradizionale, tematica, numerica e automatica. Carte derivate. Superfici di riferimento (superficie topografica, geoidale, ellissoide di rotazione) definizione di datum, metodi di proiezione, sistemi UTM, Gauss-Boaga e Cassini-Soldner, la produzione cartografica in Italia. Nozioni di base di topologia.

Definizione, cenni storici e diffusione del sistema GIS, campi applicativi e potenziali utenti e utilizzatori.

Panoramica sui differenti software GIS (general purpose, special purpose).

Formati cartografici (cartografia raster e vettoriale). Dati vettoriali (CAD, SHP, TIN), Dati raster (definizioni e concetti fondamentali, GRID) Metodi di acquisizione dei dati. Creazione di un nuovo progetto, Creazione di nuovi shapefiles, formati dBase e mdb, inserimento di cartografie all'interno del progetto, strumenti e opzioni di editing vettoriale (Tools di disegno, Snapping) Progettazione della struttura del database, Creazione di campi, tipologie di dati, le carte tematiche, Autoetichette, collegamenti esterni e tabelle figlie, Estrazione dati (salvataggio, grafici, statistiche); cenni alle interrogazioni SQL (queries semplici e parametrizzate), query spaziali.

Calibrazione e georeferenziazione, sovrapposizioni delle informazioni, georeferenziazione in QGIS. Proiezione di progetto, conversione dei sistemi di proiezione nei dati raster e vettoriali. Buffering, overlay (intersect, union, clipping), query di prossimità.

### Modulo di Fotogrammetria- Fotointerpretazione

Definizione fotogrammetria e foto interpretazione, nozioni di base sui metodi ed algoritmi per il rilievo fotogrammetrico (terrestre – aereo); fotogrammetria analitica, nozioni di base di fotogrammetria digitale; Orientamento interno, Orientamento esterno (Relativo assoluto); Restituzione fotogrammetrica; Cenni su triangolazione aerea, produzione di DEM -DTM; tecniche e metodologie di fotointerpretazione per l'analisi territoriale.

### Modulo di Telerilevamento

Definizione di Telerilevamento e principi di base; Strumenti per il telerilevamento; Tipologia e caratteristiche dei Sensori (terrestri – aerei – satellitari) per il telerilevamento; I principali satelliti per il telerilevamento - Tecniche di Esplorazione - Tecniche di Preelaborazione di Base - Tecniche di Enfaticizzazione - Tecniche di acquisizione, elaborazione e classificazione di immagini telerilevate (Supervised – Unsupervised – Euristiche – Soft computing); Il SAR - Utilizzo dei dati – SAR– DEM da InSAR– Lo Spot –Il Landsat

### Esercitazione:

Realizzazione di una applicazione in ambiente GIS (utilizzando come software QuantumGis) su tematiche territoriale ambientale

Utilizzo del software ENVI riguardante il telerilevamento; Esempi applicativi per la gestione e il controllo territoriale ed ambientale-utilizzo dei software- Utilizzo eCognition.

## Testi consigliati

Materiale fornito dal docente.

Modulo: Ingegneria dei sistemi di trasporto

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR 05
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna: Sono <i>raccomandate</i> conoscenze di analisi I e II, probabilità e statistica
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta

**TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Maria Nadia Postorino

### Obiettivi formativi

Il corso di Ingegneria dei sistemi di trasporto si propone di fornire gli strumenti di base per la simulazione e la progettazione funzionale del sistema dei trasporti attraverso la modellazione della domanda e offerta di trasporto. I sistemi di trasporto sono composti da numerosi elementi che si influenzano in modo diretto ed indiretto, spesso non lineare, con numerose interazioni e retroazioni. Lo scopo del corso è di utilizzare un approccio di sistema che permetta di unire alla progettazione funzionale del singolo elemento l'analisi della rete di trasporto e degli effetti prodotti a livello di sistema.

Lo studente acquisirà quindi specifiche conoscenze per affrontare i problemi tipici dell'Ingegneria dei trasporti con un approccio di tipo sistemico, in particolare per la stima quantitativa degli effetti prodotti da ipotesi di intervento e per l'eventuale mitigazione del loro impatto ambientale.

La verifica delle conoscenze acquisite sarà effettuata tramite prova scritta.

### Programma dettagliato

Concetto di sistema di trasporto; il processo di pianificazione; gli strumenti della pianificazione; orizzonte temporale e spaziale del processo di pianificazione; la domanda di trasporto; l'offerta di trasporto (1 CFU).

L'interazione domanda-offerta; le prestazioni del sistema e i requisiti di sostenibilità; impatti interni ed esterni del sistema di trasporto; la stima della domanda di trasporto (da modello, da indagini statistiche, da conteggi di flussi di traffico) (2 CFU)

La rappresentazione dell'offerta di trasporto (grafo, funzioni di costo, rete); reti di trasporto individuale e collettivo; la stima dei flussi di traffico; le ipotesi dei modelli di assegnazione (2 CFU).

Gli elementi del sistema di offerta di trasporto e la loro funzione all'interno della rete di trasporto; il concetto di capacità e grado saturazione; interventi e monitoraggio del sistema di trasporto (1 CFU).

---

### Testi consigliati

Appunti delle lezioni

Cascetta E. (2006) "Modelli per i Sistemi di Trasporto. Teoria ed applicazioni", UTET, Italia.

Di Gangi M., Postorino M.N. (2005) "Modelli e procedure per l'analisi dei sistemi di trasporto : esercizi ed applicazioni", FrancoAngeli, Italia.

### Da consultare per ulteriori approfondimenti

Cascetta E. (2001) "Transportation systems engineering: theory and methods", Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.

---

## Nome insegnamento: Corso Integrato di Discariche controllate e bonifica dei siti inquinati e Trattamento e Valorizzazione delle acque reflue e dei rifiuti

**Modulo:** Discariche controllate e bonifica dei siti inquinati

<b>Dipartimento</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Geotecnica Ambientale
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	Ore totali: 48 Distinte in: ore lezioni: 24, ore esercitazioni: 22, ore laboratorio: 2
<b>Modalità di esame:</b>	progetto + prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Nicola Moraci

### Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire all'allievo le conoscenze necessarie per la progettazione geotecnica di discariche controllate e di barriere permeabili reattive. Pertanto verranno approfondite le seguenti conoscenze: normativa ambientale; elementi essenziali di una discarica controllata; criteri di scelta del sito e della geometria della discarica; metodi di analisi di stabilità degli scavi di sbancamento, della stabilità generale della discarica e della stabilità dei rivestimenti di sponda e di copertura,

metodi di progettazione dei sistemi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde della discarica, metodi di progettazione del sistema di copertura e dei sistemi di ancoraggio, metodi di dimensionamento dei sistemi di raccolta e rimozione del percolato e del biogas. Infine il corso fornisce le conoscenze necessarie per la progettazione di una Barriera Permeabile reattiva.

### Programma dettagliato del corso

#### 1. Progettazione geotecnica di una discarica controllata (5 crediti)

Aspetti generali e normativi. Scelta del sito. Scelta della geometria della discarica. Stabilità degli scavi di sbancamento. Stabilità generale della discarica. Progettazione dei sistemi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde della discarica. Progettazione del sistema di copertura. Progettazione del sistema di ancoraggio. Analisi di stabilità del sistema di copertura. Utilizzo di programmi di calcolo.

#### 2. Progetto di una barriera permeabile reattiva (1 credito)

Aspetti generali. Scelta del materiale reagente. Prove di laboratorio. Dimensionamento.

#### Testi consigliati

Appunti dalle lezioni e delle esercitazione.

Koerner R.M. Designing with Geosynthetics, 5th Edition. Prentice Hall, 2005.

COLOMBO P. - COLLESELLI F. Elementi di Geotecnica, Ed. Zanichelli, Bologna 1996

DANIEL D.E.. Geotechnical practice for waste disposal. Ed. Chapman&Hall, 1993.

BONOMO L. Bonifica di siti contaminate. Caratterizzazione e tecniche di risanamento. McGraw-Hill, 2005.

Modulo: Trattamento e Valorizzazione delle acque di rifiuto e dei rifiuti solidi

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'ambiente e territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/03
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Ingegneria Sanitaria Ambientale
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Orale. Durante l'esame verrà accertata l'effettiva acquisizione delle conoscenze relative ai processi ed alle tecnologie avanzate di trattamento, valorizzazione e/o smaltimento di acque reflue e rifiuti.

### TITOLARE DEL CORSO

Ing. Paolo S. Calabrò

#### Obiettivi formativi

Conoscenza di base della normativa di riferimento nel settore della gestione dei rifiuti.

Conoscenza della definizione di gestione integrata dei rifiuti urbani.

Capacità di impostare la progettazione di un sistema di raccolta differenziata dei rifiuti urbani.

Conoscenze sulle tecnologie di stabilizzazione biologica dei rifiuti biodegradabili (compostaggio e digestione anaerobica).

Conoscenze sulle tecnologie di incenerimento dei rifiuti con particolare riferimento al controllo delle emissioni.

Conoscenze sulla progettazione e gestione delle discariche per rifiuti con particolare riferimento alla gestione del biogas e del percolato.

Conoscenza delle modalità di rimozione biologica dei nutrienti dalle acque reflue urbane.

### Programma dettagliato

#### Gestione dei rifiuti urbani (1 CFU)

Normativa di riferimento. Definizione di Gestione integrata dei rifiuti. Raccolta differenziata. Impianti per la selezione dei rifiuti. Definizione e caratteristiche salienti del CDR. Schemi impiantistici per la produzione di CDR.

Esercitazione numerica: dimensionamento semplificato di sistemi per la raccolta differenziata dei rifiuti

### **Stabilizzazione biologica dei rifiuti biodegradabili: Il Compostaggio e la Digestione Anaerobica (1,5 CFU)**

Caratteristiche dei rifiuti in ingresso e del compost prodotto. Fondamenti biochimici del compostaggio. Schemi di processo. Tipologie impiantistiche principali. Fondamenti biochimici della digestione anaerobica. Schemi di processo. Tipologie impiantistiche principali.

### **L'incenerimento dei rifiuti (1 CFU)**

Tipologie principali di forni. Bilancio di massa ed energia dell'impianto: produzione di fumi, scorie, ceneri, energia. Trattamento dei fumi. Emissioni evitate.

### **Le Discariche Controllate (1,5 CFU)**

Definizioni. Concetto di discarica sostenibile: esercizio e post-esercizio. Localizzazione degli impianti. I sistemi barriera: barriere di fondo e laterali, copertura superficiale, sistemi di captazione di biogas e percolato. Pretrattamento dei rifiuti. Caratteristiche di biogas e percolato e cenni ai modelli per la previsione della loro produzione e alle tipologie impiantistiche principali per il loro trattamento. Esercitazione numerica impatto sui volumi di discarica di vari scenari di gestione integrata dei rifiuti.

### **La rimozione biologica di Azoto e Fosforo dalle acque reflue (1 CFU)**

Fondamenti biochimici dei processi di nitrificazione, denitrificazione, rimozione biologica del fosforo. Tipologie impiantistiche principali. Esercitazione numerica: dimensionamenti relativi all'upgrade di un impianto a fanghi attivi a schema semplificato originariamente progettato per la sola rimozione della sostanza organica dalle acque reflue.

### **Testi consigliati**

Materiale fornito durante le lezioni a cura del docente.

Bonomo L. (2008). Trattamenti delle acque reflue. McGraw-Hill. ISBN-13: 9788838665189

ISBN:88386651894.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana (2007). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Decreto 29 Gennaio 2007: Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Supplemento Ordinario n. 133 alla Gazzetta Ufficiale n. 130 del 7 giugno 2007. Roma (Italia).

---

## **Nome insegnamento: Corso integrato di Stabilità dei pendii e Consolidamento dei terreni e delle Rocce**

### Modulo: Stabilità dei pendii

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Geotecnica
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	prova orale

### **TITOLARE DEL CORSO**

Ing. Domenico Giofrè

### **Obiettivi formativi**

Il corso di stabilità dei pendii si propone di fornire all'allievo gli strumenti necessari per comprendere le problematiche geotecniche-applicative legate all'utilizzo dei metodi di analisi di stabilità dei pendii. Per far questo durante il corso saranno illustrati:

- l'applicazione dei principi fondamentali della meccanica dei terreni alla valutazione delle condizioni di stabilità – in condizioni statiche e dinamiche - dei versanti naturali, delle costruzioni in terra (rilevati, dighe in terra) e dei fronti di scavo;

- l'uso di strumenti informatici per l'analisi del regime delle pressioni interstiziali nel sottosuolo mediante il metodo degli elementi finiti, e per la valutazione del coefficiente di sicurezza del pendio mediante i metodi delle strisce;
- i principali metodi impiegati nella pratica applicativa per la stabilizzazione di versanti naturali oggetto di movimenti franosi.

L'allievo al termine del corso avrà: capacità di comprendere le problematiche geotecniche-applicative legate alla conoscenza dei metodi di analisi di stabilità dei pendii; capacità di esaminare criticamente le procedure di analisi utilizzate; capacità di comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato; capacità di interagire in ambito multidisciplinare con gli specialisti operanti nel settore costruttivo e ambientale.

### **Programma dettagliato**

L'offerta didattica per realizzare gli obiettivi formativi generali indicati si articola secondo i seguenti argomenti:

**Classificazione delle frane.** (Classificazione dei movimenti franosi, glossario internazionale per le frane, Analisi delle cause dei movimenti di versante).

**Le indagini sul corpo di frana.** (Obiettivi e programmazione delle indagini. Carotaggi. Strumenti di misura: Piezometri, Inclinatori).

**Stabilità dei pendii naturali e dei fronti di scavo.** (Pendii in rocce sciolte: Analisi dell'equilibrio limite. Superficie di rottura piana (pendio di altezza finita; pendio indefinito). Superficie di rottura circolare (metodi di Fellenius, Bishop, Bell, Janbu, Morgenstern e Price).

**Metodi di stabilizzazione dei pendii in frana.** (Stabilizzazione attraverso la modifica geometrica del pendio. Stabilizzazione attraverso elementi strutturali. Stabilizzazione attraverso il controllo delle pressioni interstiziali. Trincee e pozzi drenanti. Ancoraggi e chiodature nei pendii in roccia.)

### **Testi consigliati**

Camillo Airò Farulla. (2001). Analisi di stabilità dei pendii. I metodi dell'equilibrio limite. Hevelius.

Lancellotta (2004). Geotecnica (3 ed.). Zanichelli, pp.496, ISBN ISBN: 88-08076-53-9.

Hausmann, M.R. (1990). Engineering Principles Of Ground Modification, MCGRAW-HILL.

Appunti e Dispense delle lezioni.

### Modulo: Consolidamento dei terreni e delle Rocce

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Geotecnica
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	prova orale

### **TITOLARE DEL CORSO**

Ing. Giuseppe Cardile

### **Obiettivi formativi**

Il corso di consolidamento dei terreni e delle rocce si propone di fornire all'allievo le seguenti conoscenze. Conoscenza dei metodi di consolidamento dei terreni di tipo meccanico e di tipo chimico-fisico. Conoscenza dei metodi di consolidamento dei terreni di tipo idraulico e capacità di dimensionamento degli interventi con rilevati di precarico e dreni verticali. Conoscenza dei metodi di consolidamento con inclusioni rigide ed estensibili e capacità di dimensionare gli interventi in terra rinforzata con inclusioni estensibili. Conoscenza dei metodi di stabilizzazione dei pendii in terra ed in roccia. Conoscenza dei metodi di Classificazione degli ammassi rocciosi e della resistenza al taglio dei giunti. Capacità di analisi di stabilità delle scarpate in roccia.



## Programma dettagliato

### 1. Classificazione dei metodi di consolidamento dei terreni.

### 2. Interventi di tipo meccanico ed Interventi di tipo chimico-fisico.

Compattazione superficiale e addensamento in profondità, vibroflottazione. Miscelatura con additivi, stabilizzazione superficiale e profonda, le iniezioni, stabilizzazione termica mediante cottura e congelamento.

### 3. Interventi di tipo idraulico

Preconsolidazione mediante precarichi, con e senza dreni verticali, teoria della consolidazione radiale, consolidazione elettro-osmotica, abbassamento di falda (dewatering).

### 4. Interventi di rinforzo per inclusione

Rinforzi estensibili. Interazione terreno-rinforzi, terre armate, metodi di progetto delle opere di sostegno in terra rinforzata, geosintetici con funzione di rinforzo. Trattamenti colonnari. Colonne di ghiaia. Rinforzi rigidi. Pali, micropali, bullonature e chiodature. Tiranti.

### 5. Interventi di stabilizzazione dei pendii

Classificazione dei movimenti franosi, glossario internazionale per le frane, analisi di stabilità dei pendii, principi e metodi di intervento.

### 6. Consolidamento delle rocce

Concetti di Meccanica delle Rocce, classificazione degli ammassi rocciosi e loro caratterizzazione meccanica, resistenza al taglio dei giunti, analisi di stabilità delle scarpate in roccia, proiezioni stereografiche, interventi di stabilizzazione.

## Testi consigliati

- Appunti e Dispense delle lezioni.

COLOMBO P. - COLLESELLI F. Elementi di Geotecnica, Ed. Zanichelli, Bologna 1996

HAUSMANN, M.R. Engineering Principles Of Ground Modification, MCGRAW-HILL, 1990

BARLA M. *Elementi di Meccanica e Ingegneria delle Rocce*, Celid Ed., 2010

HOEK E. & BRAY J.W. Rock Slope Engineering, E & FN Spon, 1991

---

## Nome insegnamento: Geologia Applicata

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	GEO/05
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	60
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	nessuna
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	scritto e orale

## TITOLARE DEL CORSO

Maria Clorinda Mandaglio

## Obiettivi formativi

Scopo del corso è quello di fornire i fondamenti della Geologia Applicata in maniera adeguata alle più recenti acquisizioni tecnico-scientifiche, tenendo conto delle peculiarità della Laurea Magistrale in cui l'insegnamento è inserito. Il programma prende avvio da argomenti di Geologia generale – indispensabili per l'inquadramento della materia e la comprensione del linguaggio specifico – per svilupparsi su temi applicativi che fanno progressivamente capire il ruolo della Geologia applicata nell'utilizzo delle risorse del territorio, nell'analisi e nella soluzione di problemi geologico-tecnici connessi con interventi antropici da realizzare o già realizzati nel campo delle costruzioni. Il corso mira a fornire la conoscenza dei fenomeni geologici principali; la conoscenza della formazione, origine e propagazione dei terremoti e della loro incidenza sul territorio;

la conoscenza delle caratteristiche geologico-strutturali degli affioramenti rocciosi; la conoscenza dei processi di erosione ed alterazione delle rocce; la conoscenza della dinamica dei versanti e del comportamento delle rocce interessate da dissesto idrogeologico; la conoscenza dei metodi di indagine diretti ed indiretti del sottosuolo; la conoscenza del comportamento delle acque nel sottosuolo in falde acquifere; la capacità di comprendere le problematiche geologico-applicative legate alla corretta progettazione di opere di ingegneria civile ed ambientale (strade, gallerie, discariche ecc.); la capacità di comprendere il ruolo della geologia applicata nell'utilizzo delle risorse del territorio, nella mitigazione di rischi naturali, nell'analisi e nella soluzione di problemi ingegneristici connessi ad opere esistenti o da realizzare; la capacità di leggere ed interpretare carte geologiche e carte tematiche; la capacità di esaminare in maniera critica modelli geologico-tecnici del sottosuolo e comprenderne l'importanza in ambito ingegneristico; la capacità di comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato; la capacità di approfondire le conoscenze acquisite.

### **Programma dettagliato**

#### Geologia e geomorfologia

- Dinamica endogena: costituzione interna della terra; tettonica a zolle; terremoti; macrozonazione e microzonazione; rischio sismico; plutonismo e vulcanismo.
- Minerali e rocce: tipi di minerali; minerali più diffusi; struttura dei silicati; origine, descrizione e classificazione delle rocce; rocce ignee intrusive ed effusive, rocce sedimentarie; rocce metamorfiche. Riconoscimento macroscopico delle rocce, riconoscimento delle rocce più diffuse in Italia meridionale.
- Cenni di Stratigrafia e Tettonica: principi fondamentali di stratigrafia; giacitura degli strati; serie stratigrafiche; discontinuità di origine stratigrafica; eteropie di facies; cicli sedimentari. Fenomeni deformativi delle masse rocciose connessi all'orogenesi: fratture, faglie, pieghe e sovrascorrimenti.
- Dinamica esogena: geomorfologia ed evoluzione del rilievo continentale; fattori di modellamento del paesaggio; processi endogeni, litorali, fluviali, eolici, glaciali e periglaciali; carsismo e forme carsiche.
- Frane: fattori che condizionano la stabilità dei pendii naturali; classificazione delle frane; fenomeni di intensa erosione; studi, indagini e controlli; criteri generali di studio e intervento in base alla scala di lavoro.
- Carte geologiche: lettura e interpretazione di carte di base e geologiche. Esecuzione di profili e di sezioni geologiche qualitative da "Fogli geologici".

#### Metodi di indagine del sottosuolo

- Metodi di indagine indiretti del sottosuolo (prospezioni geofisiche): prospezioni geoelettriche: metodologie di applicazione, interpretazione dei risultati ed esempi; prospezioni sismiche: metodologie di applicazione, interpretazione dei risultati ed esempi; down-hole e cross-hole; georadar; cenni sulle prospezioni magnetiche ed elettromagnetiche.
- Metodi di indagine diretti del sottosuolo (perforazioni): perforazioni a percussione e a rotazione; campionatori e carotieri; percentuale di carotaggio e RQD; perforazione e condizionamento di fori di sondaggio e pozzi; lettura ed interpretazione di stratigrafie di sondaggi.

#### Risorse del territorio

- Idrogeologia: il ciclo dell'acqua; porosità, permeabilità (tipologie e gradi); tipi di falde; piezometria e gradienti; classificazione delle sorgenti; chimismo delle acque sotterranee (principali parametri idrochimici). Cenni sull'inquinamento delle acque sotterranee.

### **Testi consigliati**

- Appunti e Dispense delle lezioni.
- Canuti P., Crescenti U., Francani V. (2008). "Geologia applicata all'ambiente". Casa Editrice Ambrosiana. 447 p.
- Scesi L., Papini M., Gattinoni P. (2003). "Geologia applicata Applicazione ai progetti di ingegneria civile". Casa Editrice Ambrosiana. Vol. 2, 350 p.
- Scesi L., Papini M., Gattinoni P. (2006). "Geologia applicata Il rilevamento geologico-tecnico". Casa Editrice Ambrosiana. Vol. 1, 431 p.

### **Nome insegnamento: Chimica II**

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	<u>Modulo:</u>
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	CHIM/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Orale

## TITOLARE DEL CORSO

Prof. Andrea Donato

### Obiettivi formativi

Il corso si pone come obiettivo lo studio dei concetti di base legati alla produzione energetica e alla salvaguardia ambientale. In particolare nel programma verranno richiamati alcuni concetti base di chimica organica e di biochimica, queste nozioni sono essenziali per la comprensione dei processi che stanno alla base delle problematiche legate alla produzione energetica e alla salvaguardia ambientale. Lo studente avrà inoltre la capacità di studiare ed analizzare l'ambiente nelle sue molteplici componenti e sintetizzarne le caratteristiche, nonché di risolvere problemi connessi ai processi ambientali. Al termine del corso lo studente sarà attento e sensibile alle problematiche ambientali ed ai rischi delle tecnologie.

### Programma dettagliato

#### Concetti generali di chimica organica con cenni di biochimica (2 CFU)

Concetti base di chimica organica; Tensioattivi, pesticidi. Ruolo dei microrganismi in natura e loro classificazione. Fonti energetiche: fotosintesi, respirazione aerobica e anaerobica, fermentazione.

#### I processi chimici e l'efficienza energetica (2 CFU)

Principi di chimica verde. Strumenti di analisi e di valutazione ambientale dei processi chimici: l'efficienza energetica, l'efficienza entalpica, l'efficienza atomica, il fattore ambientale applicato a differenti tipi di processi chimici.

#### La produzione di energia e la catalisi (2 CFU)

Lo studio dei processi a basso impatto ambientale nella produzione di energia; Utilizzo di materie prime rinnovabili per la produzione di energia; Processi innovativi con intermedi a bassa tossicità; Il ruolo della catalisi. I processi chimici e catalitici per la produzione di energia da biomasse. Utilizzo del legame chimico come vettore energetico. Processi e tecnologie chimiche e per l'energia di nuova concezione.

### Testi consigliati

Materiale fornito durante le lezioni a cura del docente.

- 1) Handbook of green chemistry and technology, Eds J. Clark and D. Macquarrie, Blackwell Science Ltd, Oxford, 2002
- 2) Safety and security review for the process industries: Application of PHA, What if and Hazop; D.P Nolan, William Andrew Inc., New York (USA) 2008.
- 3) Chimica Ambientale, Colin Baird, Ed. Zanichelli.

---

### Nome insegnamento: Misure elettriche, elettroniche ed ambientali

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-INF 07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Colloquio orale

## TITOLARE DEL CORSO

Ing. Salvatore Calcagno

### Obiettivi formativi

Il Corso si propone di fornire ai discenti le nozioni inerenti i principi generali delle misure, i fondamenti della metrologia primaria ed una panoramica esaustiva dei principali strumenti e metodi di misura.

### Programma dettagliato

Il corso può idealmente ritenersi suddiviso in quattro parti. Esso svolge, nella prima parte, i concetti inerenti la misura, la sua corretta effettuazione ed interpretazione, la teoria degli errori, le unità di misura ed i campioni metrici. Successivamente viene trattata la caratterizzazione degli strumenti analogici passivi ed attivi in regime statico e dinamico, cui segue una disamina dei principali strumenti di misura, ovvero voltmetri, amperometri, wattmetri, misuratori di impedenza, frequenzimetri, multimetri, oscilloscopi ed analizzatori di spettro. Vengono altresì introdotti i concetti di rumore, messa a terra e schermature. La terza parte del corso è dedicata alla logica digitale, il campionamento, la conversione e la trasmissione di segnali digitali, con una panoramica dei principali strumenti digitali. Infine viene introdotto il concetto di sensore, la relativa classificazione ed i principali effetti fisici ad essi sottesi.

**Testi consigliati:** Giuseppe Zingales Misure elettriche – Metodi e Strumenti UTET Libreria

### Nome insegnamento: Reti Elettriche per Applicazioni Industriali

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Elettrotecnica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Colloquio orale ed elaborato di gruppo

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Francesco Carlo Morabito

### Obiettivi formativi

Il corso di Reti Elettriche per Applicazioni Industriali si propone di completare la preparazione degli studenti iscritti alla Laurea Magistrale in Ambiente e Territorio nel settore dell'Elettrotecnica e dell'Energia Elettrica. L'impostazione della parte relativa ai circuiti lineari (studio nel dominio della frequenza) e non lineari (studio nel dominio del tempo e dello spazio di stato) è di tipo applicativo. La parte che riguarda lo studio dei campi (finalizzata al regime quasi-stazionario e alla comprensione dei fenomeni tipici della sicurezza elettrica e della compatibilità elettrica e magnetica) ha un'impostazione metodologica-applicativa.

Il corso si prefigge di completare la preparazione dello studente nel settore elettrico, con particolare riferimento all'ambito dell'utilizzo dell'energia elettrica (ivi inclusa la produzione e trasformazione). Il corso è indirizzato altresì a far acquisire allo studente competenze pratiche ai fini dell'applicazione in diversi contesti d'interesse industriale relative all'implementazione di tecniche e metodi tipiche dell'analisi circuitale e campistica. Ciò viene realizzato finalizzando lo studio alla produzione progettuale autonoma e alle attività di gruppo ed inquadrando la disciplina nel più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria.

### Obiettivi d'apprendimento

Conoscenza e comprensione degli aspetti applicativi dei circuiti elettrici e dei campi a bassa frequenza. Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi complessi di reti elettriche anche con tecniche al calcolatore.

Capacità di analizzare circuiti dinamici del I e II ordine. Capacità di indagine e progettazione di circuiti elettrici e di campi a bassa frequenza. Acquisizione di abilità a lavorare in autonomia e in gruppo per la sintesi progettuale.

### Programma dettagliato

#### Richiami di Elettrotecnica di base e di Reti elettriche in regime trifase (Crediti 1)

Bipoli elettrici, doppi bipoli, n-poli; Teoremi delle reti; Soluzione automatica per ispezione reti del I e del II ordine; Studio delle reti lineari nel dominio della frequenza e della variabile di Laplace. Richiami sull'analisi delle reti elettriche in regime sinusoidale, rifasamento, il trasformatore Reale. Sistemi Trifase a tre e quattro fili, simmetrici e dissimetrici, equilibrati e squilibrati, collegamenti interfascici a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, campo magnetico rotante di

Galileo-Ferraris, metodi di risoluzione delle reti trifase, le potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza, rifasamento, teorema di Aron, analisi dei sistemi trifase mediante le componenti simmetriche. Analisi delle reti elettriche in regime periodico non sinusoidale.

#### Reti lineari e non lineari in condizioni dinamiche generali (Crediti 1)

Equazioni dinamiche e soluzione nel dominio del tempo, variabili di stato, problema di valore iniziale; termini transitorio e permanente, evoluzione libera e forzata; definizione di risposta della rete ad un determinato ingresso, risposta al gradino ed all'impulso, integrale di convoluzione; trasformata di Laplace e sue applicazioni alle reti lineari tempo-invarianti, impedenza operatoriale e funzione di trasferimento. Bipoli non lineari; bipoli tempo varianti; linearizzazione; caratteristiche lineari a tratti; analisi lineare a tratti di una rete non lineare; spazio degli stati; circuiti non lineari e tempo varianti.

#### Campi Elettrostatici, Campi Magnetostatici, Campo di Corrente e Regime Quasi-Stazionario (Crediti 2)

Forma integrale e locale delle equazioni dell'elettrostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale elettrostatico; Leggi in forma integrale e locale, condizioni di continuità; leggi di Ohm e Joule; tubi di flusso; resistenza; forza elettromotrice; potenza ohmica specifica. Problema di Dirichlet e problema di Neumann.

Forma integrale e locale delle equazioni della magnetostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale vettore; riluttanza di un tubo di flusso; tensione magnetica; forza magnetomotrice; coefficienti di auto e mutua induttanza, definizione relative a conduttori massicci; fenomeni di polarizzazione magnetica, isteresi magnetica, materiali magnetici, leggi di Hopkinson, circuiti magnetici.

#### Produzione, Trasmissione e Distribuzione di Energia Elettrica (Crediti 1)

definizione relative a conduttori massicci; fenomeni di polarizzazione magnetica, isteresi magnetica, materiali magnetici, leggi di Hopkinson, circuiti magnetici.

#### Applicazioni Industriali Innovative (Crediti 1)

Il modulo prevede lo svolgimento di elaborati su argomenti innovativi che verranno selezionati dal docente ed assegnati agli studenti fra i seguenti:

- a) modellistica circuitale di interconnessioni elettroniche ad alta velocità;
- b) analisi e progettazione di circuiti elettronici di potenza per numerose applicazioni: fotovoltaiche, eoliche, celle a combustibile, LED, sistemi di battery management, automotive;
- c) metodi di progettazione di circuiti elettronici di potenza per il power management ad elevata efficienza energetica;
- d) algoritmi per il monitoraggio e il controllo delle sorgenti rinnovabili basati su controllori digitali (DSP, FPGA);
- e) sviluppo di tecniche di controllo lineari e non lineari per i circuiti switching;
- f) ottimizzazione di trasformatori per applicazioni switching ad alta frequenza;
- g) modellistica e caratterizzazione di sistemi di accumulo di energia e di celle a combustibile per applicazioni nel settore dei veicoli elettrici/ibridi e delle fonti rinnovabili.

#### **Testi consigliati**

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici - Seconda Edizione – Ed. Zanichelli

Chua, Desoer, Kuh – Circuiti lineari e non lineari – Jackson

G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

Materiale scaricabile dal web su indicazione del docente

---

### **Nome insegnamento: Corso integrato di Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili I e Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili II**

Modulo: Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili I

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria Elettrica
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Analisi matematica, Fisica, Elettrotecnica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e prova orale

## TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Mario Versaci

### Obiettivi formativi

Conoscenza dei principali criteri di analisi e sintesi delle parti principali di un impianto idroelettrico.

### Programma dettagliato

#### Impianti Idroelettrici

Generalità di un impianto idroelettrico. Parti essenziali di un impianto idroelettrico. Impianti a bacino e ad acqua fluente. Impianti ad accumulo. Caduta disponibile.

#### Macchine Idrauliche

La cavitazione. Altezza statica di aspirazione. Altezza totale netta di aspirazione. Problematiche delle macchine idrauliche per la produzione di energia elettrica.

#### Macchine motrici Idrauliche

Utilizzazione dell'energia idraulica. Energia idraulica regolata, modulata e non regolata. Impianto ad accumulo mediante pompaggio. Impianti binari e ternari.

#### Pompe idrauliche.

Principi costruttivi di una pompa idraulica. Criteri di dimensionamento di pompe idrauliche per impianti idroelettrici.

#### Turbine Idrauliche

Criterio geometrico. Turbine radiali e a flusso misto. Turbine assiali a pale fisse o mobili. Ruote tangenziali. Criterio funzionale. Turbine per basse, medie e alte cadute. Turbine lente, medie e veloci; rapide e ultra rapide. Criterio idrodinamico. Turbine ad azione o a vena libera. Turbine a reazione con grado di reazione medio ed elevato. Turbina Pelton. Asse orizzontale e a getto. Velocità di efflusso. Rendimento e caratteristiche. Dimensionamento di massima. Turbina Francis. Rendimento e grado di reazione. Regolazione. Turbine a elica e Kaplan. Curve caratteristiche e diagrammi collinari. Criteri di scelta delle turbine idrauliche. Conversione meccano-elettrica. Accoppiamento turbina-alternatore.

#### Alternatore

Tipologie e caratteristiche costruttive. Funzionamento da generatore e da motore ed equazione della forza elettromotrice. Caratteristiche di funzionamento e regolazione della tensione. Prestazioni. Fenomeni transitori.

#### Trasformatori di Potenza

Funzionamento del trasformatore e legge di Faraday. Equazione della forza elettromotrice per un trasformatore. Perdite nel trasformatore. Circuiti equivalenti per trasformatori non ideali. Prove sui trasformatori. Connessioni. Autotrasformatori. Trasformatori trifase.

### Testi consigliati

Livio Magri. Problematiche delle Turbomacchine idrauliche per la Produzione di Energia Elettrica. Pitagora Editrice.  
Fitzgerald A. E., Kinsley C. jr., Kusko A., Macchine Elettriche. Franco Angeli.

Modulo: Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili II

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria Elettrica
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-INF/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	3
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	24
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e prova orale

## TITOLARE DEL CORSO

Ing. Salvatore Calcagno

### Obiettivi formativi

Il Corso si propone di fornire le nozioni inerenti la produzione di energia da fotovoltaico ed eolico e la progettazione dei relativi impianti.

### Programma dettagliato

Lo sviluppo del fotovoltaico in Italia. La radiazione solare come fonte energetica alternativa. Calcolo della radiazione su superfici inclinate, comunque geograficamente allocate. Le celle solari: materiali, caratterizzazione elettrica, bilancio energetico. Caratterizzazione degli impianti: identificazione dell'utenza, dimensionamento dei sottosistemi, disposizione dei pannelli, trattamento delle ombre. Bilancio energetico: diagrammi di costo, deficit/surplus energetico. Collaudo e verifica degli impianti fotovoltaici. Normativa. Esercitazioni: casi studio su applicazioni specifiche.

L'energia eolica. Il vento: analisi e misura. Mappe eoliche. Le turbine eoliche: pale, curve di potenza. Aerogeneratori di piccola, media e grande potenza. Localizzazione di un impianto: scelta del sito e della macchina. Calcolo dell'energia resa, analisi di merito. Aspetti economici dell'utilizzazione del vento: la valutazione costi/benefici, l'energia annua prodotta, il costo unitario. Gli impianti stand-alone e lo scambio sul posto. Esercitazioni: calcolo di installazioni standard.

### Testi consigliati

Gianni Comini e Stefano Savino. La Captazione dell'Energia Solare. CISM;  
Maccioni, Benvenuti. Progettazione di impianti fotovoltaici. Dario Flaccovio;  
Le Gourieres. Energia Eolica. Teoria, progetto e calcolo pratico degli impianti. Masson;  
Pallabazer. Sistemi eolici. Rubettino

---

Nome insegnamento: **Trattamento dei Segnali Ambientali**

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	9
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	72
<b>Modalità di esame:</b>	Colloquio orale ed elaborato individuale

## TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Francesco Carlo Morabito

### Obiettivi formativi

Il corso di Trattamento dei Segnali Ambientali si propone di introdurre agli studenti iscritti alla Laurea Magistrale in Ambiente e Territorio conoscenze di base ed applicative relative alla disciplina dell'elaborazione numerica dei segnali, con particolare riferimento ai segnali e dati di naturale ambientale. L'impostazione formale del corso fa riferimento alle modalità d'insegnamento tipiche delle discipline dell'Elettrotecnica e del SSD ING-IND/31. La parte concettuale del corso si affianca ad un'intensa attività di laboratorio che consente allo studente di impadronirsi delle tecniche di progettazione e sintesi di sistemi per l'elaborazione dei segnali ivi incluso l'utilizzo di MatLab e di toolboxes associati a tale codice. Il corso ha quindi una caratterizzazione metodologica-applicativa.

### Obiettivi d'apprendimento

Conoscenza e comprensione degli aspetti applicativi dei circuiti numerici per l'elaborazione dei segnali. Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi complessi di trattamento di segnali ambientali anche con tecniche al calcolatore.

Capacità di analizzare sistemi complessi di estrazione d'informazione da dati di grande dimensione. Capacità di indagine e progettazione autonoma di elaboratori con tecniche innovative allo stato dell'arte. Acquisizione di abilità a lavorare in autonomia e in gruppo per la sintesi progettuale.

### **Programma dettagliato del corso**

#### Introduzione al trattamento dei Segnali (Crediti 2)

Generalità sul trattamento dei segnali, segnali analogici, campionamento e conversione AD e DA, segnali a tempo discreto (numerici), equazioni alle differenze lineari a coefficienti costanti, rappresentazione nel dominio del tempo e della frequenza, segnali aleatori multi-dimensionali, statistiche di ordine superiore al secondo, processi stocastici, concetti di teoria della stima, metodo della massima verosimiglianza, stima del minimo errore quadratico medio, metodo della massima probabilità a posteriori, elementi di teoria dell'informazione, entropia informativa, informazione mutua, negentropia, correntropia, metodo di stima a massima entropia, metodi di ottimizzazione.

Rappresentazione di sistemi digitali mediante grafi e schemi a blocchi, strutture di rete fondamentali per sistemi FIR e IIR.

#### Algoritmi di Soft Computing (Crediti 1)

Algoritmi Genetici ed Evolutivi: generalità e metodologie d'impiego, operatori di riproduzione cross-over e mutazione, spazio di ricerca e Fitness Landscape, Teorema dello Schema, Building block hypothesis, diagramma di flusso di AG.

Sistemi adattivi, stima del gradiente, metodi iterativi, apprendimento Hebbiano, reti di Kohonen ed auto-organizzanti, reti dinamiche ricorrenti, reti di Hopfield.

Pattern recognition: formulazioni, classificatori lineari e non lineari, trattamento dell'incertezza, problemi rappresentativi in diversi ambiti di ricerca.

#### Analisi Multirisoluzione e Multidimensionale (Crediti 2)

Algoritmi avanzati per l'elaborazione dei segnali, studio serie temporali, Analisi nel dominio della frequenza, Trasformata di Fourier, Short-Time Fourier Transform, analisi di segnali nel dominio tempo-frequenza, elaborazione di segnali non stazionari, segnali e sistemi non lineari, trasformata Wavelet Continua e Discreta, decomposizione Wavelet, applicazioni pratiche della trasformata Wavelet, Principal Component Analysis (PCA), Independent Component Analysis (ICA), applicazioni pratiche PCA e ICA, serie temporali e dinamiche caotiche, circuiti elementari caotici.

#### Implementazione numerica degli algoritmi (Crediti 1)

Introduzione al MATLAB, nozioni preliminari, potenzialità e limiti del software, programmare con l'editor di MATLAB; introduzione all'uso dei Toolboxes: Genetic Algorithm, Neural Networks, Fuzzy Logic, Signal Processing, Wavelet, Algoritmi PCA e ICA, EEGLAB, ICA-lab, FAST-ICA.

#### Introduzione ai segnali ambientali (Crediti 1)

Nozione di segnale ambientale; tecniche di rilievo di segnali e dati ambientali; manipolazione di database di natura ambientale; elementi di data mining; gestione delle informazioni e dati ambientali.

#### Tecniche di registrazione dei segnali ambientali (Crediti 1)

Sistemi di acquisizione e conversione A/D; interfacce di acquisizione; sensori per la registrazione di segnali ambientali; raccolta e selezione di campioni; sistemi statistici per il trattamento di dati ambientali; trattamento outliers; Teoria della decisione statistica.

#### Tecniche di elaborazione dei segnali ambientali (Crediti 1)

Implementazione di algoritmi per l'analisi multi-risoluzione e multidimensionale di segnali ambientali; modelli per la simulazione di sistemi ambientali; elaborazione numerica di segnali ambientali; rumore; progettazione ed implementazione di circuiti e sistemi per il trattamento di segnali ambientali esempi di dati meteorologici e satellitari; esercitazioni di laboratorio.

### **Testi consigliati**

Uncini A., "Elaborazione Adattiva dei Segnali", Aracne Editore.



Principe, N. R. Euliano, W. C. Lefebvre, "Neural and Adaptive Systems: Fundamental through Simulations", J. Wiley & Sons.

Bishop C.M., "Pattern Recognition and Machine Learning", Oxford University Press.

Hyvarinen A., J. Karhunen, E. Oja, "Independent Component Analysis", J. Wiley & Sons.

M. Akay, "Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing", Wiley-IEEE Press.

Materiale scaricabile dal web su indicazione del docente

---

## Nome insegnamento: Corso integrato di Trattamento dei segnali ambientali e Reti di monitoraggio ambientale

**Modulo:** Trattamento dei Segnali Ambientali

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	9
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	72
<b>Modalità di esame:</b>	Colloquio orale ed elaborato individuale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Ing. Francesco Carlo Morabito

### Obiettivi formativi

Il corso di Trattamento dei Segnali Ambientali si propone di introdurre agli studenti iscritti alla Laurea Magistrale in Ambiente e Territorio conoscenze di base ed applicative relative alla disciplina dell'elaborazione numerica dei segnali, con particolare riferimento ai segnali e dati di naturale ambientale. L'impostazione formale del corso fa riferimento alle modalità d'insegnamento tipiche delle discipline dell'Elettrotecnica e del SSD ING-IND/31. La parte concettuale del corso si affianca ad un'intensa attività di laboratorio che consente allo studente di impadronirsi delle tecniche di progettazione e sintesi di sistemi per l'elaborazione dei segnali ivi incluso l'utilizzo di MatLab e di toolbox associati a tale codice. Il corso ha quindi una caratterizzazione metodologica-applicativa.

### Obiettivi d'apprendimento

Conoscenza e comprensione degli aspetti applicativi dei circuiti numerici per l'elaborazione dei segnali. Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi complessi di trattamento di segnali ambientali anche con tecniche al calcolatore.

Capacità di analizzare sistemi complessi di estrazione d'informazione da dati di grande dimensione. Capacità di indagine e progettazione autonoma di elaboratori con tecniche innovative allo stato dell'arte. Acquisizione di abilità a lavorare in autonomia e in gruppo per la sintesi progettuale.

### Programma dettagliato del corso

#### Introduzione al trattamento dei Segnali (Crediti 2)

Generalità sul trattamento dei segnali, segnali analogici, campionamento e conversione AD e DA, segnali a tempo discreto (numerici), equazioni alle differenze lineari a coefficienti costanti, rappresentazione nel dominio del tempo e della frequenza, segnali aleatori multi-dimensionali, statistiche di ordine superiore al secondo, processi stocastici, concetti di teoria della stima, metodo della massima verosimiglianza, stima del minimo errore quadratico medio, metodo della massima probabilità a posteriori, elementi di teoria dell'informazione, entropia informazionale, informazione mutua, negentropia, correntropia, metodo di stima a massima entropia, metodi di ottimizzazione.

Rappresentazione di sistemi digitali mediante grafi e schemi a blocchi, strutture di rete fondamentali per sistemi FIR e IIR.

#### Algoritmi di Soft Computing (Crediti 1)

Algoritmi Genetici ed Evolutivi: generalità e metodologie d'impiego, operatori di riproduzione cross-over e mutazione, spazio di ricerca e Fitness Landscape, Teorema dello Schema, Building block hypothesis, diagramma di flusso di AG. Sistemi adattivi, stima del gradiente, metodi iterativi, apprendimento Hebbiano, reti di Kohonen ed auto-organizzanti, reti dinamiche ricorrenti, reti di Hopfield. Pattern recognition: formulazioni, classificatori lineari e non lineari, trattamento dell'incertezza, problemi rappresentativi in diversi ambiti di ricerca.

#### Analisi Multirisoluzione e Multidimensionale (Crediti 2)

Algoritmi avanzati per l'elaborazione dei segnali, studio serie temporali, Analisi nel dominio della frequenza, Trasformata di Fourier, Short-Time Fourier Transform, analisi di segnali nel dominio tempo-frequenza, elaborazione di segnali non stazionari, segnali e sistemi non lineari, trasformata Wavelet Continua e Discreta, decomposizione Wavelet, applicazioni pratiche della trasformata Wavelet, Principal Component Analysis (PCA), Independent Component Analysis (ICA), applicazioni pratiche PCA e ICA, serie temporali e dinamiche caotiche, circuiti elementari caotici.

#### Implementazione numerica degli algoritmi (Crediti 1)

Introduzione al MATLAB, nozioni preliminari, potenzialità e limiti del software, programmare con l'editor di MATLAB; introduzione all'uso dei Toolboxes: Genetic Algorithm, Neural Networks, Fuzzy Logic, Signal Processing, Wavelet, Algoritmi PCA e ICA, EEGLAB, ICA-lab, FAST-ICA.

#### Introduzione ai segnali ambientali (Crediti 1)

Nozione di segnale ambientale; tecniche di rilievo di segnali e dati ambientali; manipolazione di database di natura ambientale; elementi di data mining; gestione delle informazioni e dati ambientali.

#### Tecniche di registrazione dei segnali ambientali (Crediti 1)

Sistemi di acquisizione e conversione A/D; interfacce di acquisizione; sensori per la registrazione di segnali ambientali; raccolta e selezione di campioni; sistemi statistici per il trattamento di dati ambientali; trattamento outliers; Teoria della decisione statistica.

#### Tecniche di elaborazione dei segnali ambientali (Crediti 1)

Implementazione di algoritmi per l'analisi multi-risoluzione e multidimensionale di segnali ambientali; modelli per la simulazione di sistemi ambientali; elaborazione numerica di segnali ambientali; rumore; progettazione ed implementazione di circuiti e sistemi per il trattamento di segnali ambientali esempi di dati meteorologici e satellitari; esercitazioni di laboratorio.

#### **Testi consigliati**

Uncini A., "Elaborazione Adattiva dei Segnali", Aracne Editore.

Principe, N. R. Euliano, W. C. Lefebvre, "Neural and Adaptive Systems: Fundamental through Simulations", J. Wiley & Sons.

Bishop C.M., "Pattern Recognition and Machine Learning", Oxford University Press.

Hyvarinen A., J. Karhunen, E. Oja, "Independent Component Analysis", J. Wiley & Sons.

M. Akay, "Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing", Wiley-IEEE Press.

Materiale scaricabile dal web su indicazione del docente

#### **Modulo:** Reti di monitoraggio ambientale

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6 CFU
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Orale

#### **TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Ing. Mario Versaci

### Obiettivi formativi

Analizzare e sintetizzare tecniche di tipo rete per la valutazione e monitoraggio di problematiche inerenti la sfera ambientale.

### Programma dettagliato

Obiettivo del monitoraggio. Generazione di segnali e dati con qualità non definita. Qualità analitica non definita. Accredimento dati. Approcci sistematici per la gestione della qualità dei dati. Pianificazione e decisioni statistiche. Indicatori di qualità dei dati. Precisione. Deviazione. Accuratezza. Rappresentatività. Completezza. Comparabilità. Piani strategici di garanzia della qualità. Sistemi di monitoraggio. Sistemi di monitoraggio di tipo rete. Reti di monitoraggio per applicazioni ambientali. Valutazione dell'efficienza di una rete. Controllo della qualità di una rete.

### Testi consigliati

Dispense fornite dal Docente

---

## Nome insegnamento: Corso integrato di Fondamenti di Energia Elettrica e Reti Elettriche per l'Energia

Modulo: Fondamenti di Energia Elettrica

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Elettrotecnica I
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e orale

### TITOLARE DEL CORSO

Ing. Fabio La Foresta

### Obiettivi formativi

Il corso si propone di approfondire la conoscenza dei circuiti elettrici attraverso la trattazione dei principi, dei componenti e dei sistemi. I contenuti concettuali e metodologici sono affiancati da riferimenti agli aspetti applicativi. Il corso approfondisce gli strumenti metodologici per lo studio dei sistemi trifase ed introduce gli elementi di base per la sicurezza elettrica.

Con il completamento della frequenza al corso lo studente acquisisce:

- Capacità di analizzare sistemi elettrici trifase;
- Conoscenze di base sulla sicurezza elettrica.

L'acquisizione delle competenze verrà accertata mediante:

- Quesiti scritti inerenti l'analisi dei sistemi elettrici trifase;
- Elaborato progettuale inerente le reti elettriche per l'energia e la sicurezza elettrica.

### Programma dettagliato

#### Sistemi Trifase (3 CFU)

Struttura di un alternatore trifase. Sistemi Trifase a tre e quattro fili, simmetrici e dissimmetrici, equilibrati e squilibrati, collegamenti interfasci a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, campo magnetico rotante di Galileo-Ferraris, metodi di risoluzione delle reti trifase, le potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza, rifasamento, teorema di Aron, teorema del Fortescue, analisi dei sistemi trifase mediante le componenti simmetriche.

#### Sicurezza elettrica (3 CFU)

Generalità sulla produzione e distribuzione dell'energia elettrica e caratteristiche principali di un impianto elettrico. Classificazione delle reti di distribuzione in BT. Origine delle sovratensioni e delle sovracorrenti. Criteri di protezione. Pericolosità della tensione elettrica e della corrente elettrica. Protezione dai contatti diretti. Protezione dai contatti indiretti. Impianti di terra.

## Testi consigliati

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici, Seconda edizione – Zanichelli  
Giorgio Rizzoni – Elettrotecnica: principi e applicazioni, Seconda edizione - McGraw-Hill  
G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

Modulo: Reti elettriche per l'energia

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	3
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Elettrotecnica I
<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	24
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e orale

## TITOLARE DEL CORSO

Ing. Fabio La Foresta

## Obiettivi formativi

Il corso si propone di approfondire la conoscenza delle reti elettriche attraverso la trattazione dei principi, dei componenti e dei sistemi. Il corso approfondisce gli aspetti applicativi in ambito energetico delle reti elettriche. Con il completamento della frequenza al corso lo studente acquisisce:

- Conoscenze sulle applicazioni energetiche delle reti elettriche.

L'acquisizione delle competenze verrà accertata mediante:

- Quesiti scritti inerenti l'analisi energetica delle reti elettriche.

## Programma dettagliato

### Reti elettriche in regime permanente (1,5 CFU)

Analisi di reti elettriche in regime sinusoidale. Potenza e energia in regime sinusoidale. Potenza istantanea, attiva, reattiva e apparente. Potenza complessa: teorema della conservazione della potenza complessa. Bilancio energetico di un circuito in regime permanente. Circuiti mutuamente accoppiati e principi di funzionamento del trasformatore. Analisi di reti elettriche in regime periodico non sinusoidale. Potenza e energia in regime non sinusoidale.

### Reti elettriche in regime transitorio (1,5 CFU)

Analisi di reti elettriche in regime transitorio. Equazioni dinamiche e soluzione nel dominio del tempo. Potenza e energia in regime transitorio. Transitori nei circuiti del primo ordine. Transitori nei circuiti del secondo ordine. Risposta all'impulso e integrale di convoluzione. Trasformata di Laplace e sue applicazioni alle reti in regime transitorio.

## Testi consigliati

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici, Seconda edizione – Zanichelli  
Giorgio Rizzoni – Elettrotecnica: principi e applicazioni, Seconda edizione - McGraw-Hill  
G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

---

## Nome insegnamento: Fondamenti di Energia Elettrica

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/31
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Elettrotecnica I

<b>Anno di corso:</b>	I
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e orale

## TITOLARE DEL CORSO

Ing. Fabio La Foresta

### Obiettivi formativi

Il corso si propone di approfondire la conoscenza dei circuiti elettrici attraverso la trattazione dei principi, dei componenti e dei sistemi. I contenuti concettuali e metodologici sono affiancati da riferimenti agli aspetti applicativi. Il corso approfondisce gli strumenti metodologici per lo studio dei sistemi trifase ed introduce gli elementi di base per la sicurezza elettrica.

Con il completamento della frequenza al corso lo studente acquisisce:

- Capacità di analizzare sistemi elettrici trifase;
- Conoscenze di base sulla sicurezza elettrica.

L'acquisizione delle competenze verrà accertata mediante:

- Quesiti scritti inerenti l'analisi dei sistemi elettrici trifase;
- Elaborato progettuale inerente le reti elettriche per l'energia e la sicurezza elettrica.

### Programma dettagliato

#### Sistemi Trifase (3 CFU)

Struttura di un alternatore trifase. Sistemi Trifase a tre e quattro fili, simmetrici e dissimetrici, equilibrati e squilibrati, collegamenti interfasci a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, campo magnetico rotante di Galileo-Ferraris, metodi di risoluzione delle reti trifase, le potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza, rifasamento, teorema di Aron, teorema del Fortescue, analisi dei sistemi trifase mediante le componenti simmetriche.

#### Sicurezza elettrica (3 CFU)

Generalità sulla produzione e distribuzione dell'energia elettrica e caratteristiche principali di un impianto elettrico. Classificazione delle reti di distribuzione in BT. Origine delle sovratensioni e delle sovracorrenti. Criteri di protezione. Pericolosità della tensione elettrica e della corrente elettrica. Protezione dai contatti diretti. Protezione dai contatti indiretti. Impianti di terra.

### Testi consigliati

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici, Seconda edizione – Zanichelli

Giorgio Rizzoni – Elettrotecnica: principi e applicazioni, Seconda edizione - McGraw-Hill

G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

**Nome insegnamento: Corso Integrato di Idraulica marittima & Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera**

Modulo: Idraulica marittima

<b>Dipartimento:</b>	INGEGNERIA CIVILE, DELL'ENERGIA, DELL'AMBIENTE E DEI MATERIALI
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio Magistrale
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR01
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Idraulica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	scritto e orale

## TITOLARE DEL CORSO

Prof. Pasquale FILIANOTI

### Obiettivi formativi

Il Corso mira a fornire le conoscenze necessarie a:

- i) calcolare le grandezze fisiche fondamentali associate a un moto ondoso periodico che evolve su fondale a profondità costante;
- ii) determinare il campo di moto (altezza e fase delle onde) che si realizza davanti a una diga a muro verticale di grande sviluppo longitudinale;
- iii) determinare il campo di moto (altezza e fase delle onde) che si realizza intorno alla testata di una diga a muro verticale di grande sviluppo longitudinale;
- iv) determinare le variazioni delle principali grandezze fisiche (altezza, velocità, pressione) associate al moto ondoso nella propagazione dal largo verso riva;
- v) calcolare l'altezza e la direzione delle onde in condizioni di frangimento;
- vi) progettare modelli fisici in scala ridotta per riprodurre processi di interazione onde-strutture marittime di vario genere;
- vii) ricavare e analizzare le grandezze statistiche caratterizzanti le onde negli stati di mare;
- viii) ricavare i parametri di input della teoria degli stati di mare e simulare numericamente uno stato di mare.

### Programma dettagliato

#### 1) Onde periodiche: analisi puntuale del campo di moto (2 crediti)

Moti a potenziale, equazione di continuità, teorema di Bernoulli; le equazioni differenziali di un moto irrotazionale a superficie libera; fenomenologia di un moto ondoso; la teoria di Stokes al primo ordine; analisi della relazione di dispersione lineare; il campo di moto; la teoria di Stokes al secondo ordine; effetti di non-linearità; introduzione allo studio delle onde tridimensionali; riflessione delle onde; teoria lineare della diffrazione delle onde.

#### 2) Onde periodiche: analisi globale del campo di moto (1,5 crediti)

L'equazione della quantità di moto riferita ad un volume di controllo, il bilancio energetico riferito ad un volume di controllo; radiation stress, flusso unitario medio di energia, energia unitaria media e relative espressioni per le onde progressive; il problema del volume di controllo esteso dal largo ai bassi fondali; applicazioni del problema del volume di controllo; soluzioni generali per fondali di forma arbitraria; la celerità di gruppo.

#### 3) Onde generate dal vento: concetti e nozioni di base (1,5 crediti)

il concetto di "stato di mare"; la teoria degli stati di mare; relazioni di base nella teoria degli stati di mare; come si ricavano i dati di input della teoria; 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 come stima del grado di disordine delle onde.

#### 4) Interazione onde-ostacoli di forma arbitraria (1 credito)

Il metodo delle equazioni integrali per la soluzione del problema dell'interazione onde-ostacoli, nell'ambito della teoria lineare delle onde. Il metodo degli elementi al contorno (BEM) per determinare numericamente il potenziale di velocità delle onde diffratte dall'ostacolo.

### Testi consigliati

P. Boccotti, *Idraulica Marittima*, UTET Torino

T. Sarpkaya & m. Isaacson *Mechanics of wave forces on offshore structures*, Van Nostrand Reinhold Comp., 1981

S. K. Chakrabarti *Hydrodynamics of offshore structures*; CMP Boston, Springer Verlag Berlino, 1987.

Modulo: Opere idrauliche di difesa e protezione costiera

<b>Dipartimento:</b>	INGEGNERIA CIVILE, DELL'ENERGIA, DELL'AMBIENTE E DEI MATERIALI
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio Magistrale
<b>Classe:</b>	LM 35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR/02
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Nessuna
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	II
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova orale

## **TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Ing. Giuseppe Barbaro

### **Obiettivi formativi**

Conoscenza degli strumenti analitici e metodologici per lo studio delle problematiche di difesa delle coste dall'azione del moto ondoso. Capacità di effettuare previsioni in tempi lunghi direzionali nei processi evolutivi costieri. Conoscenza dei modelli utilizzati in letteratura per prevedere l'evoluzione naturale delle baie. Capacità di individuare possibili interventi di ripascimento e di valutarne la stabilità e l'evoluzione nel tempo. Conoscenza specifica dei fenomeni costieri quali la risalita dell'acqua sulla spiaggia (run-up) e dell'innalzamento medio dell'acqua (set up). Capacità di progettare opere di difesa costiera e porti turistici e valutarne gli effetti sulla costa.

### **Programma dettagliato**

#### Azioni delle onde sui litorali (1 credito)

L'innalzamento del livello medio dell'acqua (set-up).

Quote di sicurezza per la realizzazione di strutture in prossimità della battigia.

Il fenomeno del run-up.

Il periodo di ritorno di un rup che si mantiene al di sopra di una fissata soglia.

Il problema del volume di controllo compreso tra la linea di frangimento e la spiaggia.

Il trasporto litoraneo per le onde di mare generate dal vento.

Evoluzione di un litorale.

#### Azioni delle onde su strutture in prossimità alla battigia (1 credito)

Il problema del volume di controllo compreso tra la linea di frangimento e la spiaggia. Parte I: l'equilibrio alla traslazione secondo la direzione perpendicolare alla costa.

Parte II: l'equilibrio alla traslazione lungo-costa.

L'equazione di conservazione del materiale solido.

#### Le deformazioni dei litorali a tergo di strutture marittime (1 credito)

L'approccio analitico al problema della deformazione dei litorali.

Deformazione dei litorali conseguenti alla realizzazione di strutture.

Il problema della deformazione dei litorali. Prima soluzione esatta: il caso delle batimetriche isomorfe fino a profondità infinita.

Il problema della deformazione dei litorali. Seconda soluzione esatta: il caso delle batimetriche isomorfe fino ad un'assegnata profondità.

Deformazioni dei litorali a seguito di realizzazione di strutture: la deformazione prodotta da un pennello e da una barriera parallela alla riva.

#### Gli interventi di ripascimento (1 credito)

Evoluzione e stabilità di un ripascimento artificiale.

Fattibilità di un intervento di ripascimento e previsione della sua evoluzione nel tempo.

Stima dei costi di un intervento di ripascimento.

Analisi di ripascimenti effettuati lungo le coste italiane.

#### I modelli utilizzati per l'equilibrio naturale delle baie (1 credito).

Il modello di Hsu e Silvester.

Il modello di Badei.

Il modello di McCormick.

Il modello di Hsu, Jan & Wen.

Il modello di Gonzalez e Medina.

Applicazione dei modelli parabolici alle coste italiane.

#### Progettazione di un porto turistico (1 credito)

Studio meteomarinario propedeutico.

Tipologie di porti.

Tipologie di opere di difesa esterna.

Tipologie di opere interne.

Dimensionamento elementi caratteristici (ricettività, imboccatura, canali navigabili, scalo di alaggio)

### **Testi consigliati**

BOCCOTTI P., Idraulica Marittima, UTET, 1997.

TOMASICCHIO U., Manuale di Ingegneria portuale e costiera, BIOS

MILANO V., Idraulica marittima, Maggioli

BARBARO G., Esercizi di Idraulica Marittima e Costiera e Costruzioni Marittime, BIOS,

1996.

ARENA E BARBARO, Il rischio ondoso nei mari italiani, BIOS

---

**Nome insegnamento: Corso Integrato di Idraulica marittima & Reti di drenaggio urbano**

Modulo: Idraulica marittima

<b>Dipartimento:</b>	INGEGNERIA CIVILE, DELL'ENERGIA, DELL'AMBIENTE E DEI MATERIALI
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio Magistrale
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR01
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Idraulica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	scritto e orale

**TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Pasquale FILIANOTI

### **Obiettivi formativi**

Il Corso mira a fornire le conoscenze necessarie a:

- i) calcolare le grandezze fisiche fondamentali associate a un moto ondoso periodico che evolve su fondale a profondità costante;
- ii) determinare il campo di moto (altezza e fase delle onde) che si realizza davanti a una diga a muro verticale di grande sviluppo longitudinale;
- iii) determinare il campo di moto (altezza e fase delle onde) che si realizza intorno alla testata di una diga a muro verticale di grande sviluppo longitudinale;
- iv) determinare le variazioni delle principali grandezze fisiche (altezza, velocità, pressione) associate al moto ondoso nella propagazione dal largo verso riva;
- v) calcolare l'altezza e la direzione delle onde in condizioni di frangimento;
- vi) progettare modelli fisici in scala ridotta per riprodurre processi di interazione onde-strutture marittime di vario genere;
- vii) ricavare e analizzare le grandezze statistiche caratterizzanti le onde negli stati di mare;
- viii) ricavare i parametri di input della teoria degli stati di mare e simulare numericamente uno stato di mare.

### **Programma dettagliato**

#### **1) Onde periodiche: analisi puntuale del campo di moto (2 crediti)**

Moti a potenziale, equazione di continuità, teorema di Bernoulli; le equazioni differenziali di un moto irrotazionale a superficie libera; fenomenologia di un moto ondoso; la teoria di Stokes al primo ordine; analisi della relazione di dispersione lineare; il campo di moto; la teoria di Stokes al secondo ordine; effetti di non-linearità; introduzione allo studio delle onde tridimensionali; riflessione delle onde; teoria lineare della diffrazione delle onde.

#### **2) Onde periodiche: analisi globale del campo di moto (1,5 crediti)**

L'equazione della quantità di moto riferita ad un volume di controllo, il bilancio energetico riferito ad un volume di controllo; radiation stress, flusso unitario medio di energia, energia unitaria media e relative espressioni per le onde progressive; il problema del volume di controllo esteso dal largo ai bassi fondali; applicazioni del problema del volume di controllo; soluzioni generali per fondali di forma arbitraria; la celerità di gruppo.

#### **3) Onde generate dal vento: concetti e nozioni di base (1,5 crediti)**

il concetto di "stato di mare"; la teoria degli stati di mare; relazioni di base nella teoria degli stati di mare; come si ricavano i dati di input della teoria; 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 come stima del grado di disordine delle onde.

#### **4) Interazione onde-ostacoli di forma arbitraria (1 credito)**



Il metodo delle equazioni integrali per la soluzione del problema dell'interazione onde-ostacoli, nell'ambito della teoria lineare delle onde. Il metodo degli elementi al contorno (BEM) per determinare numericamente il potenziale di velocità delle onde diffratte dall'ostacolo.

### Testi consigliati

P. Boccotti, *Idraulica Marittima*, UTET Torino

T. Sarpkaya & m. Isaacson *Mechanics of wave forces on offshore structures*, Van Nostrand Reinhold Comp., 1981

S. K. Chakrabarti *Hydrodynamics of offshore structures*; CMP Boston, Springer Verlag Berlino, 1987.

Modulo: Reti di Drenaggio Urbano

<b>Dipartimento:</b>	Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Caratterizzante
<b>Ambito disciplinare:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e Territorio
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ICAR02
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Idraulica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	scritto e orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Pasquale FILIANOTTI

### Obiettivi formativi

Il Corso mira a fornire le conoscenze necessarie a:

- i) progettare e dimensionare i collettori di una rete di fognatura (sia unitaria sia separata) utilizzando sia modelli concettuali come il metodo cinematico e il metodo dell'invaso sia modelli lineari basati sull'Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH);
- ii) progettare e dimensionare le opere d'arte ricorrenti in un sistema di fognatura (caditoie, cunette, scaricatori di piena, ecc.);
- iii) dimensionare una vasca volano con il metodo delle sole piogge, della corrivazione, dell'invaso;
- iv) dimensionare un impianto di depurazione per il trattamento primario delle acque.

### Programma Dettagliato

#### 1) Richiami di idrologia (1 credito)

Formazione delle precipitazioni. Pluviometria. Raccolta dei dati idrografici. Probabilità degli eventi estremi: legge di Gumbel. Curve di possibilità pluviometrica. Tempo di ritorno di un evento naturale. Rischio di insufficienza di una rete di drenaggio. Ietogramma di progetto.

#### 2) Modelli di trasformazione afflussi-deflussi (1 credito)

Determinazione della pioggia netta: metodo del coefficiente di afflusso, metodo del Curve-Number. Modello cinematico. Metodo dell'invaso. Modelli parametrici lineari. Idrogramma unitario istantaneo.

#### 3) Reti di drenaggio urbano (1 credito)

Tipologie. Sistema unitario e sistema separato. Calcolo delle portate di acque nere. Progetto e verifica idraulica delle sezioni dei collettori. Materiali impiegati per la realizzazione delle condotte di fognatura. Forme delle sezioni trasversali. Criteri di posa delle condotte.

#### 4) Opere d'arte (1 credito)

Cunette. Caditoie. Pozzetti. Scaricatori a salto, derivatori frontali e sfioratori laterali.

#### 5) Vasche di laminazione (1 credito)

Vasche di prima pioggia. Vasche in serie e in parallelo. Dimensionamento delle vasche di laminazione con il metodo delle sole piogge, della corrivazione e dell'invaso.

#### 6) Impianti di depurazione (1 credito)

Generalità sulla depurazione dei liquami. Impianti per il trattamento primario delle acque: grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione. Impianti a fanghi attivi, impianti a letti percolatori. Sedimentazione secondaria.

### Testi consigliati

A. Paoletti, *Sistemi di fognatura e di drenaggio urbano*, Ed. CUSL Milano

G. Becciu, A. Paoletti, *Esercitazioni di Costruzioni Idrauliche*, CEDAM Padova

**Nome insegnamento: Inquinamento di aria, acqua e suolo**

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	CHIM/07
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Chimica
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Elaborazione di una tesina e colloquio orale

**TITOLARE DEL CORSO**

Prof. Maria Grazia Musolino

**Obiettivi formativi**

Il corso di inquinamento di aria, acqua e suolo si propone di fornire allo studente i concetti di base per la comprensione di sorgenti, reazioni, trasporto, destino, monitoraggio di entità chimiche nell'aria, acqua e suolo come pure i loro effetti sulla salute umana e sull'ambiente naturale. Il corso mira alla conoscenza dei fenomeni di inquinamento più gravi che interessano in modo preoccupante il nostro pianeta. Inoltre, verrà dato qualche accenno sulle soluzioni tecnologiche ai problemi dell'inquinamento ambientale e sulla legislazione in merito al controllo e alla prevenzione dell'inquinamento.

**Programma dettagliato**

*INTRODUZIONE AL CORSO - IL COMPARTO ARIA*

Problematiche dell'inquinamento chimico. Ambiente. Energia. Interazioni dinamiche dei diversi comparti ambientali: aria-acqua-suolo. Processi che influenzano il destino e il trasporto degli inquinanti.

Struttura e composizione chimica dell'atmosfera. Componenti naturali dell'aria. Definizione e classificazione dell'inquinamento atmosferico. Cenni di legislazione sul controllo e prevenzione dell'inquinamento: obiettivi, standards, limiti. Inquinanti primari: CO, CO<sub>2</sub>, idrocarburi SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, particolato atmosferico. Inquinanti secondari e loro formazione. Descrizione ed effetti dell'inquinamento atmosferico sull'ecosistema terrestre: deplezione dell'ozono, effetto serra, piogge acide, smog fotochimico. Monitoraggio inquinanti. Tecnologie di abbattimento.

*IL COMPARTO ACQUA*

Proprietà chimico-fisiche dei sistemi acquosi. Parametri per la classificazione delle acque per qualità ambientale: proprietà fisiche e chimiche (pH, BOD, durezza, ecc.). Inquinamento delle acque: natura e classi di inquinanti. Campionamento delle acque. Inquinanti elementari. Metalli pesanti. Inquinanti organici. Detergenti. Depurazione delle acque reflue. Trattamento delle acque potabili.

*IL COMPARTO SUOLO*

Caratteristiche chimico-fisiche della geosfera. Il suolo e i suoi costituenti. Sedimenti. Fertilizzanti. Rifiuti ed inquinanti nel suolo. Deforestazione. Bonifica dei suoli: biopile.

*METODOLOGIE DI ANALISI DEGLI INQUINANTI*

Metodi spettrofotometrici. Spettroscopia UV-VIS. Spettroscopia infrarossa. Assorbimento atomico. Spettrometria di massa. Cromatografia. Gas-cromatografia. Cromatografia liquida ad alta pressione.

**Testi di riferimento:**

Materiale fornito durante le lezioni a cura del docente.

S. E. Manahan "Chimica dell'ambiente" Ed. It. Piccin, 2000.

C. Baird "Chimica ambientale" Zanichelli, 1997.

"Pollution Science", Eds. I. L. Pepper, C. P. Gerba and M. L. Brusseau, Academic Press, 1996.

R. Cozzi, P. Protti, T. Ruaro "Elementi di analisi chimica strumentale" Zanichelli, 1998.

---

## Nome insegnamento: Degrado e protezione dei Materiali

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/22
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Chimica – Scienza e Tecnologia dei Materiali
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Ing. Patrizia Frontera

#### Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire le conoscenze sui processi di corrosione e degrado delle principali famiglie di materiali e sulla progettazione dei sistemi di protezione nei settori dell'Ingegneria, in cui i materiali impiegati sono esposti ai più aggressivi ambienti di servizio, con continui e gravi danni. L'insegnamento mira ad approfondire i temi del degrado dei materiali e ad indicare gli strumenti tecnologici più idonei a valutarne e prevenirne gli effetti. Sono analizzate le forme e le cause di degrado di diverse tipologie di materiali.

#### Programma dettagliato

Definizione di degrado e corrosione dei materiali.

Economia e costi sociali del degrado dei materiali.

**Metalli.** Concetti base della corrosione nei materiali metallici: morfologia dei fenomeni corrosivi, velocità ed intensità dell'attacco corrosivo, tipologie di corrosione. Corrosione umida. Aspetti termodinamici: equazione di Nerst, tensioni d'elettrodo, diagrammi potenziale-pH (diagrammi di Pourbaix). Aspetti cinetici: curve caratteristiche tensione/corrente, la polarizzazione. Sovratensioni catodiche ed anodiche. Fenomeni di passivazione e condizioni di passività. Forme di corrosione localizzata: selettiva, sotto sforzo e a fatica, per contatto galvanico, per turbolenza, abrasione, cavitazione, etc. Metodi di protezione dei materiali metallici dalla corrosione. Pretrattamenti (termici, meccanici e chimici) della superficie e protezione mediante rivestimenti superficiali: organici ed inorganici (metallici e non). Protezione elettrica: protezione catodica ed anodica. Inibitori di corrosione. Corrosione secca: aspetti termodinamici e cinetici.

**Ceramici.** Principali cause di degrado per i materiali ceramici. Degradazione da gas, liquidi e solidi. Degrado del vetro. Dissoluzione omogenea e selettiva, devettrificazione. Limite di solubilità. Effetto del pH della soluzione. Fibre di vetro. Vetro esposto all'atmosfera. Protezione del vetro. Degrado dei materiali cementizi (malta, calcestruzzo) Durabilità del CLS: attacco gelo-disgelo, attacco da acidi e acqua, reazione con inerti (alcali-silice). Carbonatazione. Prevenzione del degrado

**Polimeri.** Materiali Principali cause di degrado dei materiali polimerici: attacco da parte di solventi, ossidazione, degradazione da raggi UV, calore. Forme di "corrosione" (degrado) dei polimeri. Influenza della struttura sul degrado. Interazione con solventi (rigonfiamento e dissoluzione). Prodotti secondari. Importanza dell'interfaccia. Assorbimento di acqua. Protezione contro il degrado: additivi, stabilizzatori, antiossidanti.

Testi consigliati

Corrosione e protezione dei materiali metallici, Pietro Pedferri, Polipress, 2010.

Dispense del corso

---

## Nome insegnamento: Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/22
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Chimica – Scienza e Tecnologia dei Materiali
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova scritta e prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Pier Luigi Antonucci

#### Obiettivi formativi

Il settore dell'energia, avviato ormai verso un regime di liberalizzazione, costituisce oggi un tema complesso che dovrà fronteggiare emergenze quali mutamenti climatici, qualità dell'aria, sicurezza energetica e declino delle fonti fossili. Alla luce delle direttive e degli obiettivi strategici comunitari in campo energetico, l'incentivazione, la diffusione e l'utilizzo delle fonti rinnovabili e di tecnologie energetiche a basso impatto ambientale, con ampio spazio dedicato alle problematiche relative all'accumulo, rappresentano un percorso obbligato verso l'obiettivo della sostenibilità ambientale. Il corso, oltre che fornire le conoscenze fondamentali delle tecnologie basate sulle fonti rinnovabili, si propone di affrontare in particolare lo studio dei sistemi di trasformazione diretta di energia chimica in energia elettrica (celle a combustibile), con particolare riguardo alla struttura ed alle proprietà chimico-fisiche e catalitiche dei materiali, nonché alla formulazione e realizzazione dei componenti del modulo elettrochimico.

Saranno inoltre trattati temi relativi alle strategie politiche e sociali relative alla sostenibilità energetica sostenibile in termini di "smart grids" e mobilità urbana.

#### Programma dettagliato

Il paradigma energia: sfide, politiche e tecnologie

- Definizioni: energia, lavoro e potenza
- Le fonti energetiche
- La situazione energetica e outlook mondiale, europeo ed italiano
- Le emissioni inquinanti, aspetti di carattere globale e locale
- Politiche di mitigazione (EU2020-The EU climate and energy package)
- Lo sviluppo sostenibile, nuove tecnologie e politiche di innovazione (SetPlan, Horizon 2020)

Tecnologie per lo sfruttamento delle energie rinnovabili

- L'energia idroelettrica
- L'energia geotermica
- L'energia solare (solare termico e fotovoltaico)
- L'energia eolica
- Le biomasse
- Le fonti energetiche assimilabili alle fonti energetiche rinnovabili
- energia da trasformazione di rifiuti organici ed inorganici, o di prodotti vegetali,
- cogenerazione,
- recuperi e risparmi di energia,
- risparmi di energia attraverso il progetto dell'involucro edilizio,
- edilizia bioclimatica ed energeticamente consapevole

- Vantaggi derivanti dall'utilizzo delle fonti rinnovabili
- Ostacoli alla diffusione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili
- Politiche di sostegno delle fonti energetiche rinnovabili

L'accumulo distribuito e la generazione a supporto dei sistemi energetici ad elevata penetrazione di fonti energetiche rinnovabili

- Sistemi centralizzati
- Sistemi distribuiti

- La generazione distribuita di energia: opportunità e tecnologie
- Macchine a fluido: microturbine, MCI, ORC
- Termofotovoltaico
- Celle a combustibile

Principi di funzionamento.

Tipologie di celle (AFC,PAFC,DMFC, PEFC, SOFC).

Caratteristiche tecniche e termodinamiche.

Materiali e componenti

- L'accumulo distribuito di energia: opportunità e tecnologie

Idrogeno

Idrogeno: vettore energetico del futuro

Produzione di idrogeno da idrocarburi (ATR,SR,POX)

Sistemi per il sequestro ed il confinamento di anidride carbonica

Produzione di idrogeno da fonti rinnovabili (elettrolisi e biomasse)

Sistemi di accumulo di idrogeno

- Smart Grids e Smart Cities: una visione d'insieme

- La mobilità elettrica e il V2G (vehicle-to-grid): fonti rinnovabili e mobilità a ridotto impatto ambientale

### Testi consigliati

Dispense del corso

Tecnologie delle Energie Rinnovabili - Cocco D., Palomba C., Puddu P., SGE Editoriali, Padova, 2008

Altri testi scaricabili da internet

### Nome insegnamento: Fonti energetiche rinnovabili

<b>Dipartimento:</b>	Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali
<b>Corso di laurea:</b>	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<b>Classe:</b>	LM-35
<b>Tipo Attività formativa:</b>	Affine
<b>Ambito disciplinare:</b>	Altre
<b>Settore Scientifico-Disciplinare:</b>	ING-IND/11
<b>Numero di Crediti Formativi Universitari:</b>	6
<b>Propedeuticità obbligatoria:</b>	Fisica tecnica ambientale
<b>Anno di corso:</b>	II
<b>Semestre:</b>	I
<b>Ore di insegnamento:</b>	48
<b>Modalità di esame:</b>	Prova orale

### TITOLARE DEL CORSO

Prof. Matilde Pietrafesa

### Obiettivi formativi

Il corso si propone di approfondire la conoscenza delle tecnologie di produzione energetica da fonte rinnovabile attraverso la trattazione dei principi, dei processi di trasformazione, dei componenti e dei sistemi. I contenuti concettuali e metodologici sono affiancati da riferimenti agli aspetti applicativi. Il modulo approfondisce in particolare la descrizione della transizione attualmente in atto tra produzione energetica centralizzata e distribuita, individuando le fonti energetiche più idonee per la produzione di energia sia termica che elettrica in ambito energetico.

Con il completamento della frequenza al corso lo studente acquisisce:

- Capacità di analizzare tecnologie sostenibili di produzione di energia
- Conoscenze di base sulle fonti energetiche rinnovabili e sulla produzione di energia da impianti fotovoltaici ed eolici

L'acquisizione delle competenze verrà accertata mediante:

- Prova orale inerente le tecnologie di produzione energetica da fonte solare ed eolica
- Elaborato progettuale inerente la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

### **Programma dettagliato**

Fonti energetiche. Produzione di energia centralizzata e distribuita (2 CFU)

Domanda e consumi energetici. Fonti di energia primaria fossili e rinnovabili. Fonti di energia secondaria: l'energia elettrica. Produzione di energia elettrica centralizzata. Centrali elettriche a fonti convenzionali e rinnovabili. Produzione energetica distribuita. Uso di fonti rinnovabili in edilizia.

Impianti Solari (3 CFU)

Energia solare. Impianti ad energia solare. Sfruttamento dell'energia solare per la produzione di energia termica. Impianti a collettori solari. Sfruttamento dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. Impianti fotovoltaici.

Impianti Eolici (1 CFU)

Energia eolica. Impianti eolici

### **Testi consigliati**

Dispense del corso

**Attività formative caratterizzanti (DM 270/2400 – art. 10/comma 1/lettera b)**

Geotecnica ambientale	ICAR/07	6	Moraci Nicola	Carico didattico
Cartografia tematica, SIT, fotointerpretazione e telerilevamento(9) & Ingegneria dei sistemi di trasporto(6)	ICAR/06 ICAR/05	12	Barrile Vincenzo Postorino Maria N.	Carico didattico Carico didattico
Meccanica computazionale delle strutture	ICAR/08	6	Sofi Alba	Affidamento ric. TI
Costruzioni idrauliche	ICAR/02	6	Barbaro Giuseppe	Carico didattico
Stabilità dei pendii (6) & Consolidamento dei terreni e delle rocce (6)	ICAR/07 ICAR/07	12	Gioffrè Domenico Cardile Giuseppe	Carico didattico ric. TD Carico didattico ric. TD
Discariche controllate e bonifica dei siti contaminati (6)& Trattamento e valorizzazione delle acque reflue e dei rifiuti (6)	ICAR/07 ICAR/03	12	Moraci Nicola Calabrò Paolo S.	Carico didattico Affidamento ric. TI
Idraulica marittima	ICAR/01	6	Filianoti Pasquale	Carico didattico
Reti di drenaggio urbano	ICAR/02	6	Filianoti Pasquale	Carico didattico
Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera	ICAR/02	6	Barbaro Giuseppe	Carico didattico
Idraulica marittima (6) & Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera (6)	ICAR/01 ICAR/02	12	Filianoti Pasquale Barbaro Giuseppe	Carico didattico Carico didattico
Idraulica marittima (6) & Reti di drenaggio urbano (6)	ICAR/01 ICAR/02	12	Filianoti Pasquale	Carico didattico
Geologia applicata	GEO/05	6	Mandaglio Maria Clorinda	Carico didattico ric. TD

**Attività formative affini o integrative (DM 270/2400 – art. 10/comma 5/lettera b)**

Chimica II	CHIM/07	6	Donato Andrea	Carico didattico
Misure elettriche, elettroniche e ambientali	ING-INF/07	6	Calcagno Salvatore	Affidamento ric. TI
Reti elettriche per applicazioni industriali	ING-IND/31	6	Morabito Francesco Carlo	Carico didattico
Produzione di energia da fonti rinnovabili I (6) & Produzione di energia da fonti rinnovabili II (3)	ING-IND/31 ING-INF/07	9	Versaci Mario Calcagno Salvatore	Carico didattico Affidamento ric. TI
Trattamento dei segnali ambientali	ING-IND/31	9	Morabito Francesco Carlo	Carico didattico
Trattamento dei segnali ambientali (9) & Reti di monitoraggio ambientale (6)	ING-IND/31 ING-IND/31	15	Morabito Francesco Carlo Versaci Mario	Carico didattico Carico didattico
Fondamenti di energia elettrica (6) e Reti Elettriche per l'Energia (3)	ING-IND/31	9	La Foresta Fabio	Affidamento ric. TI
Fondamenti di energia elettrica	ING-IND/31	6	La Foresta Fabio	Affidamento ric. TI
Inquinamento di aria, acqua e suolo	CHIM/07	6	Musulino Maria Grazia	Carico didattico
Degrado e Protezione dei Materiali	ING-IND/22	6	Frontera Patrizia	Affidamento ric. TI
Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale	ING-IND/22	6	Antonucci Pierluigi	Carico didattico
Fonti energetiche rinnovabili	ING-IND/11	6	Pietrafesa Matilde	Carico didattico

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO  
(LM-35)  
PROPEDEUTICITA'**

Geotecnica Ambientale	Geotecnica
Reti di drenaggio urbano	Idraulica
Idraulica marittima & Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera	Idraulica
Reti di drenaggio urbano & Idraulica marittima	Idraulica
Discariche controllate e bonifica dei siti contaminati &Trattamento e valorizzazione delle acque reflue e dei rifiuti	Geotecnica Ambientale, Ingegneria Sanitaria Ambientale
Cartografia tematica, SIT, fotointerpretazione e telerilevamento & Ingegneria dei sistemi di trasporto	Topografia e Cartografia
Stabilità dei pendii & Consolidamento dei terreni e delle rocce	Geotecnica
Reti elettriche per applicazioni industriali	Elettrotecnica
Produzione di energia da fonti rinnovabili I & Produzione di energia da fonti rinnovabili II	Analisi matematica, Fisica, Elettrotecnica
Fondamenti di Energia Elettrica & Reti Elettriche per l'Energia	Elettrotecnica
Fondamenti di Energia Elettrica	Elettrotecnica
Inquinamento di aria, acqua e suolo	Chimica
Degrado e protezione dei Materiali	Chimica – Scienza e Tecnologia dei Materiali
Fonti energetiche rinnovabili	Fisica Tecnica Ambientale
Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale	Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale



## ALLEGATO A2

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO  
(LM-35)Curriculum NUOVE TECNOLOGIE PER LA TUTELA DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE  
Piano studi A.A. 2014/2015

	Modulo	SSD	Semestre	CFU
<b>1° anno</b>				
C-AT	Geotecnica ambientale	ICAR/07	I	6
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Cartografia tematica, SIT, fotointerpretazione e telerilevamento (9) e Ingegneria dei sistemi di trasporto (6)	ICAR/06 ICAR/05	II I	15
Altre	<i>Corso integrato di:</i> Trattamento dei segnali ambientali (9) e Reti di monitoraggio ambientale (6)	ING-IND/31	II	15
C-AT	Meccanica computazionale delle strutture	ICAR/08	II	6
Altre	Misure elettriche, elettroniche e ambientali	ING-INF/07	I	6
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Stabilità dei pendii (6) e Consolidamento dei terreni e delle rocce (6)	ICAR/07	I II	12
		39AT 21 AFFINI		60 CFU – 6 esami
<b>2° anno</b>				
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Discariche controllate e bonifica dei siti contaminati + Trattamento e valorizzazione delle acque reflue e dei rifiuti (6)	ICAR/07 ICAR/03	II I	12
C-AT	<i>12 CFU a scelta fra:</i> <i>Corso integrato di:</i> Idraulica marittima (6) & Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera (6) <i>Corso integrato di:</i> Idraulica marittima (6) & Reti di drenaggio urbano (6)	ICAR/01 ICAR/02 ICAR/01 - 02	I II I	12 12
	Idraulica marittima	ICAR/01	I	6
	Opere Idrauliche di difesa e protezione costiera	ICAR/02	II	6
	Reti di drenaggio urbano	ICAR/02	I	6
Altre	<i>6 CFU a scelta tra:</i> Inquinamento di aria, acqua e suolo Chimica II Degrado e Protezione dei Materiali	CHIM/07 CHIM/07 ING-IND/22	I II I	6 6 6
	<i>6 CFU a scelta tra:</i> Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale Fonti energetiche rinnovabili Fondamenti di energia elettrica Reti elettriche per applicazioni industriali	ING-IND/22 ING-IND/11 ING-IND/31 ING-IND/31	I I II I	6 6 6 6
	Attività formative a scelta dello studente purchè coerenti con il progetto formativo			12
	Tirocinio			3
	Prova finale			9
		24 AT 12 AFFINI		60 CFU – 5 esami

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO  
(LM-35)  
Curriculum PRODUZIONE DI ENERGIA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE  
Piano studi A.A. 2014/2015**

	<b>Modulo</b>	<b>SSD</b>	<b>Semestre</b>	<b>CFU</b>
<b>1° anno</b>				
C-AT	Geotecnica ambientale	ICAR/07	I	6
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Cartografia tematica, SIT, fotointerpretazione e telerilevamento (9) e Ingegneria dei sistemi di trasporto (6)	ICAR/06 ICAR/05	II I	15
C-AT	<i>6 CFU a scelta tra:</i> Geologia applicata Costruzioni idrauliche	GEO/05 ICAR/02	I II	6 6
C-AT	Meccanica computazionale delle strutture	ICAR/08	II	6
Altre	Trattamento dei segnali ambientali	ING-IND/31	II	9
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Stabilità dei pendii (6) e Consolidamento dei terreni e delle rocce (6)	ICAR/07	I II	12
Altre	<i>Corso integrato di:</i> Fondamenti di energia elettrica (6) e Reti Elettriche per l'Energia (3)	ING-IND/31	II	9
		45AT 18 AFFINI		63 CFU – 7 esami
<b>2° anno</b>				
C-AT	<i>Corso integrato di:</i> Discariche controllate e bonifica dei siti contaminati + Trattamento e valorizzazione delle acque reflue e dei rifiuti (6)	ICAR/07 ICAR/03	II I	12
Altre	<i>Corso integrato di:</i> Produzione di energia da fonti rinnovabili I (6) Produzione di energia da fonti rinnovabili II (3)	ING-IND/31 ING-INF/07	I II	9
Altre	<i>6 CFU a scelta tra:</i> Inquinamento di aria, acqua e suolo Chimica II Degrado e Protezione dei Materiali	CHIM/07 CHIM/07 ING-IND/22	I II I	6 6 6 6 6
	<i>6 CFU a scelta tra:</i> Tecnologie energetiche a basso impatto ambientale Fonti energetiche rinnovabili Reti elettriche per applicazioni industriali	ING-IND/22 ING-IND/11 ING-IND/31	I I I	6 6 6
	Attività formative a scelta dello studente purchè coerenti con il progetto formativo			12
	Tirocinio			3
	Prova finale			9
		12 AT 21 Affini		57 CFU – 5 esami

**ALLEGATO A3**

Docenti di riferimento di cui al DM 47 del 30 gennaio 2013

	<b>Professori Ordinari</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipo disciplina</b>
1	Moraci N.	ICAR/07	C – AT
2	Morabito F. C.	ING-IND/31	A
	<b>Professori Associati</b>		
3	Barrile V.	ICAR/06	C – AT
4	Filianoti P.	ICAR/02	C – AT
5	Postorino M. N.	ICAR/05	C – AT
6	Versaci M.	ING-IND/31	A – peso 0,5
	<b>Ricercatori</b>		
7	Calabrò P.S.	ICAR/03	C – AT
8	Cardile G.	ICAR/07	C – AT
9	Gioffrè D.	ICAR/07	C - AT

Totale Docenti di riferimento: 8,5 &gt; 6 (Valore minimo a regime di cui al DM 23 dicembre 2013, n. 1059)

Totale Professori: 5,5 &gt; 4 (Valore minimo a regime di cui al DM 23 dicembre 2013, n. 1059)

Totale Docenti in Discipline Caratterizzanti: 7 &gt; 4 (Valore minimo a regime di cui al DM 23 dicembre 2013, n. 1059)

Docenti in Discipline affini: 1,5 &lt; 2 (Valore massimo a regime di cui al DM 23 dicembre 2013, n. 1059)