

# **Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi di Napoli Federico II**

## **Anno Accademico 2022/2023**

**Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Classe LM-35**

### **Art.1. Definizioni**

- a. per Scuola, la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- b. per Dipartimento, il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- c. per Regolamento sull'Autonomia didattica, di seguito denominato RAD, il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n. 509 come modificato e sostituito dal D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270;
- d. per Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento approvato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II ai sensi dell'Art.11 del D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270, emanato con D.R. 2014/2332 del 02/07/2014;
- e. per Decreti ministeriali, di seguito denominati DCL, i Decreti M.U.R. 16 marzo 2007 di determinazione delle classi delle lauree universitarie e delle classi delle lauree magistrali;
- f. per Corso di Laurea (CdL) o Corso di Studi (CdS), il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, come individuato dall'Art.2 del presente regolamento;
- g. per SUA-CdS (Scheda Unica Annuale riferita al singolo Corso di Studio) la documentazione prevista dal DM 47 del 30 gennaio 2013 per l'istituzione dei Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale e successive modificazioni;
- h. per Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), l'organismo di governo del CdS, come individuato dall'Art. 3 del presente regolamento;
- i. per titolo di studio, la Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, come individuata dall'Art.2 del presente regolamento;
- j. per RAM, il Rapporto Annuale di Monitoraggio;
- k. per RCR, il Rapporto Ciclico di Riesame;

nonché tutte le altre definizioni di cui all'Art.1 del RDA.

### **Art. 2. Titolo e finalità del Corso di Laurea Magistrale**

Il presente regolamento disciplina il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, appartenente alla Classe delle lauree magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Classe n. LM-35, di cui alla tabella allegata al DCL e al relativo Ordinamento didattico riportato nella SUA-CdS, afferente alla Scuola e incardinato nel Dipartimento.

Il titolo in Inglese del Corso di Laurea Magistrale è "Environmental and Territorial Engineering".

Il percorso didattico della Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio ha come obiettivo la formazione di figure professionali esperte nella progettazione, gestione e controllo di interventi e/o attività volti alla protezione ed al risanamento della qualità dell'ambiente, alla difesa del suolo, al governo delle trasformazioni del territorio, all'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili.

Gli obiettivi formativi specifici possono essere così definiti:

- capacità di condurre efficaci azioni conoscitive degli usi del territorio, identificando i fattori sollecitanti, le caratteristiche degli ecosistemi e le cause di alterazione;
- capacità di monitorare il sistema ambientale e di proporre interventi di risanamento;
- capacità di recuperare energia e risorse dai rifiuti, nell'ottica dell'Economia Circolare;
- capacità di progettare, gestire e controllare impianti di trattamento di acque, effluenti inquinanti, emissioni gassose e rifiuti solidi, sistemi di prevenzione di fenomeni esplosivi e di stoccaggio di sostanze pericolose;
- capacità di pianificare e gestire interventi di trasformazione urbana e territoriale volti ad ottimizzare l'impiego delle risorse territoriali, economiche e ambientali;
- capacità di progettare, gestire e controllare impianti e sistemi di produzione energetica da fonti alternative;
- capacità di valutare l'impatto e la compatibilità ambientale di interventi e opere a scala di bacino (ad esempio, piani di protezione idrogeologica del territorio, interventi localizzati di difesa del suolo, piani di tutela o di recupero della qualità delle componenti ambientali) e di progettare i corrispondenti interventi di salvaguardia e/o di mitigazione del rischio;
- capacità di progettare e gestire sistemi infrastrutturali e di trasporto.

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio devono acquisire abilità professionali centrate principalmente sulla capacità di "ideazione e progettazione", oltre a quelle di "controllo e gestione" dei sistemi di governo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, che potranno più proficuamente essere messe a frutto attraverso lo sviluppo di capacità relazionali e decisionali e l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze. Essi devono anche possedere conoscenze generali relative alle proprie responsabilità professionali ed etiche, ai contesti contemporanei, ai contesti

aziendali ed alla cultura d'impresa.

Infine, essi devono essere in grado di utilizzare correttamente la lingua Inglese in forma scritta e orale ed essere in possesso di adeguate conoscenze che permettano l'uso degli strumenti informatici, necessari nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

In buona parte del primo anno, il corso si propone di insegnare approfondimenti dei metodi generali nelle tecniche di modellazione avanzate, di fornire gli elementi per la gestione delle risorse energetiche del territorio, di impartire i principi dell'economia circolare e dello sfruttamento, trattamento e smaltimento dei rifiuti. Il secondo anno è orientato alle applicazioni di interventi ambientali, in ambito sia civile che industriale.

Nell'ambito dell'inquadramento generale di cui sopra, tenendo conto del carattere interdisciplinare del CdS (come peraltro era previsto già dal Decreto con cui, nel Maggio del 1989, venne istituito il Corso di Laurea nell'ordinamento giuridico nazionale) e mantenendo una importante base comune condivisa e irrinunciabile nella formazione dell'ingegnere per l'Ambiente e il Territorio, il Corso di Laurea Magistrale è organizzato in tre "Curricula" (dettagliati all'Art.5) che permettono di esplorare ed acquisire competenze più specifiche e professionalizzanti nelle differenti aree del mercato del lavoro oggi a disposizione dei laureati in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio:

- 1) Curriculum "Sostenibilità Ambientale"
- 2) Curriculum "Dissesto Idrogeologico"
- 3) Curriculum "Energia per l'Ambiente".

Qualunque sia il Curriculum scelto, il Laureato Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dovrà essere in grado di utilizzare correttamente la lingua Inglese in forma scritta e orale ed essere in possesso di adeguate conoscenze che permettano l'uso degli strumenti informatici, necessari nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

### **Art. 3. Struttura didattica**

Il CdS è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD) che, ai sensi dell'Art. 4 del RDA, è unica con il Corso di Laurea (triennale) in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, in considerazione della consequenzialità degli argomenti trattati e dell'affinità culturale. Fanno parte della CCD tutti i professori, inclusi i professori a contratto, e i ricercatori responsabili di un insegnamento nel CdS (sia triennale che Magistrale), oltre che i rappresentanti degli studenti del CdS eletti nel Consiglio di Dipartimento.

La CCD in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è coordinata da un Coordinatore, eletto secondo quanto previsto dallo Statuto dell'Ateneo. In particolare, il Coordinatore viene eletto dal Consiglio del Dipartimento tra i professori di ruolo a tempo pieno responsabili di un insegnamento nel CdS. Egli ha la responsabilità del funzionamento della Commissione, ne convoca le riunioni ordinarie e straordinarie.

La CCD:

- a. coordina l'attività didattica;
- b. esamina e approva i piani di studio presentati dagli studenti;
- c. esamina ed approva le pratiche didattiche relative a riconoscimenti di crediti, stage e/o tirocini formativi e l'internazionalizzazione all'interno dei programmi europei attivi;
- d. valuta l'idoneità di Lauree non europee ai fini dell'ammissione ai Corsi di Studio;
- e. istituisce al proprio interno il gruppo del riesame che elabora il RAM e il RCR. Il RAM e il RCR sono esaminati ed approvati dalla CCD e poi trasmessi alla Commissione paritetica docenti studenti;
- f. sperimenta nuove modalità didattiche;
- g. espleta tutte le funzioni istruttorie;
- h. formula proposte e pareri in merito all'Ordinamento didattico, al Regolamento didattico e al Manifesto degli Studi dei Corsi di Studio, che il Coordinatore trasmette per l'approvazione al Consiglio di Dipartimento;
- i. esprime parere su richieste di Nulla Osta per Anno Sabbatico o per insegnamenti presso altri Atenei;
- j. intrattiene i rapporti con la Segreteria Studenti in ordine alle carriere degli studenti;
- k. esamina e approva le proposte di cultori della materia;
- l. propone la composizione delle commissioni di esami di profitto e degli esami finali per il conseguimento del titolo di studio;
- m. svolge tutte le altre funzioni a essa delegate dal Consiglio del Dipartimento;
- n. può istituire una o più sottocommissioni con specifici compiti istruttori. Il Consiglio del Dipartimento può eventualmente attribuire alle sottocommissioni poteri deliberanti limitatamente ai punti b), c) e d).

Il Coordinatore:

- a. convoca e presiede la CCD;
- b. promuove e coordina l'attività didattica del CdS e riferisce al Consiglio del Dipartimento e della Scuola;
- c. sottopone al Consiglio del Dipartimento e della Scuola le proposte della CCD e cura l'esecuzione delle delibere del CCD in materia didattica;
- d. collabora con il Direttore del Dipartimento o il Presidente della Scuola per i rapporti con il Nucleo di Valutazione e per la valutazione dei requisiti dell'offerta formativa.

## Art.4. Requisiti per l'ammissione

Per l'iscrizione al CdS sono previsti, in ottemperanza all'art. 6 comma 2 del DM 270/04 e con le modalità di seguito definite, specifici criteri di accesso riguardanti il possesso di requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. Oltre a tali requisiti, è richiesta la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, la lingua Inglese.

### 4.1 Requisiti curriculari

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio occorre essere in possesso della Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. I requisiti curriculari per l'ammissione sono automaticamente posseduti dai laureati dei corsi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio istituiti presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, ai sensi del D.M. 509/99 e del D.M. 270/04, in quanto i crediti formativi universitari del curriculum attivo sono dichiarati integralmente riconoscibili per l'immatricolazione al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.

L'iscrizione al CdS per laureati diversi da quelli specificati nel precedente comma non è consentita in difetto dei requisiti minimi curriculari specificati nella sottostante tabella. Il rispetto dei minimi riportati nella tabella non costituisce il requisito sufficiente per l'iscrizione al CdS, in quanto ulteriori eventuali carenze sono verificate caso per caso. La CCD, avvalendosi di un'apposita commissione istruttoria, valuta in questi casi i requisiti curriculari posseduti dal candidato e ne riconosce i crediti in tutto o in parte.

Settore Scientifico-Disciplinare (SSD)	Minimo per settori	Minimo per gruppo	Minimo per Ambito
MAT/05	12	30	45
MAT/07	6		
MAT/03, MAT/06, MAT/08, MAT/09, SECS-S/02, ING-INF/05	6		
FIS/01, CHIM/07, ING-IND/22	12	12	51
ICAR/01	6	12	
ICAR/02			
ICAR/07	6	6	
GEO/05			
ICAR04, ICAR/05	6	6	
ICAR/20			
ICAR/08	6	12	
ICAR/09			
ICAR/03			
ING-IND/24			
ING-IND/25			
ING-IND/27			
INF/01; IUS/01; IUS/10; SECS-P/10; MAT/02; MAT/03; MAT/08; MAT/09; GEO/04; GEO/09; GEO/12; CHIM/12; ING-INF/04; ING-INF/05; ING-INF/07; MGGR/02; ICAR/04; ICAR/06; ICAR/17; ICAR/22; ING-IND/10; ING-IND/11; ING-IND/22; ING-IND/31; ING-IND/35	9	9	9

Eventuali integrazioni curriculari andranno effettuate dallo studente anteriormente alla iscrizione, ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.M. 16 marzo 2007 (Decreto di Istituzione delle Classi delle Lauree Magistrali). L'integrazione potrà essere effettuata, a seconda dei casi, mediante iscrizione a singoli corsi di insegnamento attivati presso i Corsi di Studio di questo Ateneo ai sensi dell'art. 16 comma 6 del RDA, ovvero mediante iscrizione al Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio di questo Ateneo con assegnazione di un Piano di Studi che preveda le integrazioni curriculari richieste per l'immatricolazione al Corso di Laurea Magistrale.

### 4.2 Verifica della personale preparazione dello studente

La verifica del possesso dei requisiti relativi alla personale preparazione dello studente sarà effettuata, esclusivamente per gli studenti immatricolati (alla laurea triennale) successivamente al 1 settembre 2011, sulla base della media **M** delle votazioni (in trentesimi) conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea, pesate sulla base delle relative consistenze in CFU, nonché della durata degli studi **D1** espressa in anni di corso, confrontata con la durata normale **D2=3 anni** del percorso di studi. Il criterio per la automatica ammissione dello studente ai Corsi di Laurea Magistrale è stabilito secondo la tabella allegata:

provenienti da Federico II			provenienti da altri Atenei
D1=D2	D1=D2+1	D1≥D2+2	D1 qualunque
M ≥ 21	M ≥ 22.5	M ≥ 24	M ≥ 24

In presenza di richieste di ammissione al Corso di Laurea Magistrale da parte di studenti in difetto dei criteri per la automatica ammissione, la pertinente CCD esamina le richieste sulla base del curriculum seguito e, in caso di valutazione positiva, può predisporre modalità di accertamento integrative per la verifica della personale preparazione di tali studenti. Per tali studenti può essere prevista l'individuazione di un debito formativo, e la conseguente attribuzione di un Obbligo Formativo Aggiuntivo (OFA), di cui sono disciplinate le modalità di estinzione.

#### 4.3 Conoscenza della lingua Inglese

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è richiesta la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, la lingua Inglese, almeno pari al livello B2. In assenza, la documentazione deve essere acquisita entro la fine dell'a.a. di iscrizione. Qualora il requisito non venga raggiunto entro il termine del primo anno è comunque prevista l'iscrizione al secondo ma non è possibile sostenere altri esami prima dell'acquisizione della suddetta documentazione.

## Art.5. Articolazione degli studi

### 5.1. Curricula

I *Curricula* formativi del CdS sono stabiliti dal piano dell'Offerta Didattica Programmata della SUA-CdS riportata in Allegato. L'Allegato I riporta, per ciascun curriculum, l'elenco degli insegnamenti, con l'eventuale articolazione in moduli, l'indicazione dei settori e degli ambiti scientifico disciplinari di riferimento, l'elenco delle altre attività formative, i crediti assegnati a ciascuna attività formativa.

In particolare, il CdS è articolato in tre curricula:

- 1) Curriculum "Sostenibilità Ambientale"
- 2) Curriculum "Dissesto Idrogeologico"
- 3) Curriculum "Energia per l'Ambiente".

La Laurea Magistrale si consegue mediante l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari (CFU) con il superamento degli esami, in numero non superiore a 12, e lo svolgimento delle altre attività formative, secondo le previsioni del presente regolamento. Ai fini del conteggio degli esami vanno considerate le attività caratterizzanti, le affini o integrative e quelle autonomamente scelte dallo studente. Per l'attribuzione dei CFU previsti per queste ultime deve essere computato un unico esame, ferme restando da parte dello studente la libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati nell'Università, purché coerenti con il progetto formativo, e la possibilità di acquisizione di ulteriori CFU nelle discipline di base e caratterizzanti. Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'art. 10 comma 5 lettere c), d) ed e) del RAD.

### 5.2. Attività formative e relative tipologie

L'impegno orario riservato allo studio personale e ad altre attività formative di tipo individuale non deve essere inferiore al 50% dell'impegno orario complessivo.

L'Allegato II specifica, per ciascun insegnamento, i moduli da cui esso è costituito e, per ciascun modulo:

- a) il settore scientifico - disciplinare di riferimento,
- b) i Crediti Formativi Universitari (CFU),
- c) le tipologie didattiche previste (Lezioni, Esercitazioni, ecc.),
- d) gli obiettivi formativi specifici,
- e) i contenuti.

### 5.3. Obsolescenza dei Crediti formativi universitari

I crediti acquisiti non sono di norma soggetti ad obsolescenza, fatta salva la disciplina che regola le condizioni di decadenza dagli studi. L'obsolescenza di crediti formativi relativi a specifiche attività formative può essere deliberata dal Consiglio di Dipartimento, su proposta motivata della CCD. La delibera di obsolescenza riporterà l'indicazione delle modalità per la convalida dei crediti obsoleti, stabilendo le eventuali prove integrative che lo studente dovrà sostenere.

## Art.6. Organizzazione didattica

### 6.1. Tipo di organizzazione

La durata normale del CdS è di 2 anni. Le attività formative programmate per ogni singolo anno sono somministrate in due periodi didattici, e si svolgono, in tempi differenti da quelli dedicati agli esami, con l'eccezione degli appelli di esame dedicati a particolari categorie di studenti, secondo quanto specificato all'Art.10. Negli allegati viene indicato, per ogni attività formativa, l'anno di corso in cui essa è programmata.

### 6.2. SUA-CdS

Tutte le attività formative del CdS sono riportate nella SUA-CdS. Ogni anno il CCD deve provvedere, secondo il calendario temporale specificato ogni anno dal MIUR e dall'Ateneo, alla programmazione delle attività formative attraverso la stesura della SUA-CdS. La SUA-CdS viene successivamente discussa e ratificata dagli organi di Ateneo e di Dipartimento competenti in materia, secondo i tempi e le modalità previste dalla legge.

### **6.3. Piani di studio**

Ogni anno gli studenti possono presentare il Piano di studio per il successivo Anno Accademico. La presentazione ha luogo, di norma, nel periodo compreso tra il 15 settembre e il 31 Ottobre. Il Piano di studio può essere presentato anche prima dell'iscrizione all'anno accademico successivo e prima del versamento del bollettino di iscrizione. Agli studenti che intendano presentare domanda di passaggio o di opzione è consentito di presentare contestualmente il Piano di studio in deroga alle scadenze previste. Ugualmente in deroga, è consentita la presentazione del Piano di Studio al di fuori del suddetto periodo agli allievi che si laureano entro l'anno accademico in cui ricade il periodo stesso e che decidano, avendone i requisiti, di iscriversi al CdS.

L'approvazione sarà comunque subordinata all'avvenuta iscrizione entro i termini previsti e alla conformità dei dati di iscrizione con quelli di presentazione del Piano di studio.

I Piani di studio sono esaminati e approvati dalla CCD entro 45 giorni dalla data di trasmissione alla CCD da parte della Segreteria Studenti. In mancanza di delibera entro quel termine, essi sono considerati approvati limitatamente alla parte conforme a curricula ed insegnamenti opzionali riportati nel presente Regolamento (Allegato I). In ogni caso la CCD delibera espressamente in ordine alle attività autonomamente scelte dallo studente.

Qualora lo studente non perfezioni, nelle forme e nei tempi previsti per questo adempimento, l'iscrizione all'anno accademico cui il Piano di studio si riferisce, esso non avrà efficacia.

In caso di mancata presentazione del Piano di studio entro i termini di scadenza, allo studente verrà assegnato d'ufficio un piano di studio comprendente gli insegnamenti obbligatori per l'anno di corso a cui si iscrive, nonché una selezione di insegnamenti stabiliti dal Consiglio dei Corsi di Studio nel cui ambito lo studente può sostenere qualsiasi esame fino a copertura dei crediti necessari. È fatta salva la facoltà per lo studente di modificarlo nell'anno successivo entro i termini stabiliti.

Sono esentati dalla presentazione del Piano di Studio i soli studenti che sostengono tutti gli insegnamenti curriculari riportati nella tabella della didattica programmata e che intendono inserire come esami 'a scelta autonoma dello studente' (vedi Tabella I) due tra gli insegnamenti riportati nella Tabella II, III o IV. In ogni altro caso, allo studente che non presenti il Piano di studio entro i termini di scadenza ne verrà assegnato d'ufficio uno comprendente i soli insegnamenti obbligatori per l'anno di corso a cui si iscrive.

### **6.4. Frequenza**

In considerazione del tipo di organizzazione didattica prevista nel presente regolamento e, in particolare, di quanto regola l'accertamento del profitto, di norma è prevista la frequenza obbligatoria a tutte le attività formative. In particolare, per gli insegnamenti che comprendono attività di Laboratorio, la frequenza ad almeno il 70% di esse è prerequisito per poter accedere alla valutazione.

Per gli insegnamenti nei quali la verifica del profitto include gli accertamenti in itinere, con prove da svolgersi durante lo svolgimento del corso, il prerequisito per accedere alla valutazione è l'aver svolto almeno il 70% delle prove.

### **6.5. Insegnamento a distanza (teledidattica)**

Per talune attività formative il Dipartimento, su proposta della CCD, potrà stabilire l'attivazione di modalità di insegnamento a distanza (teledidattica). Ove disponibili, per avvalersi degli strumenti di insegnamento a distanza lo studente presenterà istanza al CCD. Lo studente la cui istanza di avvalersi di strumenti di insegnamento a distanza sia stata accolta favorevolmente è esonerato dagli obblighi di frequenza di cui al comma precedente.

## **Art.7. Tutorato**

Nell'ambito della programmazione didattica, la CCD organizza le attività di orientamento e tutorato secondo quanto indicato nell'apposito Regolamento previsto dall'Art. 8 del RDA.

## **Art.8. Passaggi e trasferimenti**

Le domande di trasferimento presso il CdS di studenti provenienti da altro Ateneo o da altri Corsi di Studi dello stesso Ateneo sono sottoposte all'approvazione della CCD, che ne delibera il riconoscimento dei crediti acquisiti. A questo fine, essa può istituire un'apposita commissione istruttoria che, sentiti i docenti del settore scientifico-disciplinare cui l'attività formativa afferisce, formuli proposte per la CCD.

I crediti acquisiti in settori scientifico-disciplinari che non compaiono nei curricula del CdS potranno essere riconosciuti a condizione che le attività formative a cui fanno riferimento siano inserite in un Piano di studio approvato.

## **Art.9. Esami e altre verifiche del profitto**

### **9.1) Esame di profitto e prove in itinere**

L'esame di profitto ha luogo per ogni insegnamento secondo le modalità generali disciplinate dall'art. 20 del Regolamento Didattico di Ateneo. In particolare (Art. 20, comma 8 del suddetto Regolamento: "In ciascuna sessione lo studente in regola con gli adempimenti amministrativi può sostenere senza alcuna limitazione tutti gli esami nel rispetto delle propedeuticità

e delle eventuali attestazioni di frequenza previste dal regolamento didattico di ciascun corso di studio. I candidati che sostengono un esame di profitto possono ritirarsi nel corso dello svolgimento della prova. Il tempo che deve intercorrere tra un esame non superato e l'ammissione dello studente ad una successiva seduta dello stesso è stabilito, di norma, dalla Struttura didattica competente”.

Nel caso in cui l'insegnamento sia costituito da più moduli didattici, l'esame si riferisce alla totalità dei moduli didattici. Esso deve tenere conto dei risultati conseguiti in eventuali prove di verifica sostenute durante lo svolgimento del corso (prove in itinere).

Le prove di verifica effettuate in itinere sono inserite nell'orario delle attività formative. Le loro modalità sono stabilite dal docente nell'ambito del coordinamento generale degli insegnamenti impartiti nel medesimo periodo didattico, e comunicate agli allievi all'inizio del corso.

Le prove di esame e/o le prove in itinere possono consistere in:

- colloquio orale;
- elaborato in forma scritta e/o grafica;
- questionario/esercizio numerico
- prova di laboratorio
- sviluppo di attività progettuale.

Il superamento dell'esame determina l'acquisizione dei corrispondenti CFU.

## 9.2) Modalità di svolgimento

Lo svolgimento degli esami di profitto di questo Corso di Studi avviene secondo la seguente disciplina stabilita con delibera della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base:

- Periodi didattici e periodi di esami.

Le Strutture Didattiche individuano, coerentemente con l'organizzazione didattica semestrale dei Corsi di Studio, i periodi didattici (I e II periodo didattico) ed i periodi di esami (I periodo di esami: di norma tra la fine del primo periodo didattico e l'inizio del secondo; II periodo di esami: di norma tra la fine del secondo periodo didattico e l'inizio del periodo di vacanza accademica estiva; III periodo di esami: di norma tra la fine del periodo di vacanza accademica estiva ed il 30 settembre).

Fatto salvo quanto stabilito al successivo punto 6.3, gli studenti iscritti in corso agli anni diversi dall'ultimo non possono sostenere esami nel corso dei periodi didattici. Gli studenti iscritti all'ultimo anno del percorso normale di studi possono sostenere esami in debito a partire dalla conclusione dei corsi del I periodo didattico, anche al di fuori dei “periodi di esami” sopra indicati, seguendo la programmazione delle sedute di esame stabilita dalle Strutture Didattiche di concerto con i docenti. Gli studenti iscritti fuori corso possono sostenere esami durante tutto l'anno, secondo la programmazione delle sedute di esame stabilita dalle Strutture Didattiche di concerto con i docenti.

- Calendario degli esami.

Le date di inizio e fine dei periodi didattici e le corrispondenti date di inizio e fine dei periodi di esami fanno parte del Calendario delle Attività Didattiche, stabilito all'inizio dell'Anno Accademico dalle Strutture Didattiche nell'ambito del coordinamento operato dalla Scuola. Il calendario dettagliato degli esami di profitto è pubblicato sul portale del Corso di Studi entro il 30 settembre di ogni anno.

- Numero di appelli di esame e loro distribuzione.

Per tutti gli insegnamenti curriculari che costituiscono il prospetto della Didattica Programmata del Corso di Studi e per gli studenti iscritti in corso è previsto un numero minimo di appelli, tra i quali devono intercorrere almeno 15 giorni solari, così articolato:

- due appelli nel primo periodo di esami;
- due appelli nel secondo periodo di esami;
- un appello nel terzo periodo di esami;
- un appello straordinario per il recupero degli esami in debito nel mese di ottobre;
- un appello straordinario per il recupero degli esami in debito nel mese di marzo.

I docenti possono prevedere appelli aggiuntivi rispetto a quelli precedentemente indicati, dandone tempestiva comunicazione alle Strutture Didattiche competenti. Se comunicate in tempo utile, le date degli appelli aggiuntivi saranno inserite nel calendario dettagliato degli esami pubblicato nei tempi previsti dal comma 5.2. In ogni caso tutte le date di esame dovranno essere opportunamente pubblicizzate sui rispettivi siti docenti.

Il Calendario degli esami è stabilito dalle Strutture Didattiche (Corsi di Studio, Dipartimenti, Scuola), di concerto con i docenti titolari, assicurando la uniforme distribuzione degli appelli nei periodi di esame e la assenza di sovrapposizione di sedute di esame riferite ad insegnamenti impartiti nel medesimo periodo didattico.

- Ripetizione di un esame.

Nell'ambito della disciplina generale stabilita dal Regolamento Didattico di Ateneo\*, si dispone che gli studenti possano sostenere un esame non superato senza alcuna limitazione, purché tra l'appello dell'esame sostenuto e il successivo siano trascorsi almeno 15 giorni solari.

- Raccomandazioni e linee di indirizzo

Per i corsi tenuti nel I periodo didattico e nell'ambito del coordinamento trasversale potranno essere previsti "pre-appelli" immediatamente successivi alla fine del corso, nel quadro di una bilanciata collocazione complessiva degli appelli nel I periodo di esame.

Per gli esami che prevedono più prove (ad es. scritto e orale) si raccomanda fortemente di contenere l'intervallo temporale intercorrente tra le stesse al minimo compatibile con le normali operazioni di correzione degli elaborati. Si raccomanda inoltre di curare la tempestiva trasmissione dei verbali alle Segreterie Studenti competenti.

## **Art.10. Tempi**

La durata normale del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è di 2 anni.

## **Art.11. Esame di Laurea Magistrale**

L'esame di Laurea Magistrale si riferisce alla prova finale prescritta per il conseguimento del relativo titolo accademico. Per essere ammesso all'esame di Laurea Magistrale, lo studente deve avere acquisito tutti i crediti formativi previsti dal suo Piano di studio, tranne quelli relativi all'esame finale. Inoltre, è necessario che lo studente abbia adempiuto ai relativi obblighi amministrativi.

La prova finale consiste nella discussione di una Tesi di Laurea Magistrale redatta in modo originale dallo studente sotto la guida di uno o più relatori. Il lavoro di tesi può anche essere redatto in lingua inglese. In tal caso ad esso deve essere allegato un estratto in lingua italiana.

L'elaborato sarà predisposto sotto la guida di un Docente che assume il ruolo di Relatore (eventualmente coadiuvato da co-relatori), assolvendo alle seguenti funzioni:

- attesta l'avvenuto proficuo svolgimento delle eventuali attività propedeutiche (tirocini intra moenia o extra moenia, ove previsti, di concerto con il tutor universitario, laddove sia diverso dal Relatore);
- valuta lo stato di avanzamento complessivo delle attività finalizzate alla predisposizione dell'elaborato, verificando che sussistano le condizioni perché l'allievo possa presentarsi a sostenere con profitto l'esame di laurea magistrale (attraverso l'apposizione della propria firma alla domanda di ammissione all'esame di laurea magistrale nei tempi e nei modi previsti);
- guida l'allievo nella predisposizione dell'elaborato di laurea magistrale;
- assiste l'allievo nella preparazione dell'esame di laurea magistrale.

La Commissione di Laurea perverrà alla formulazione del voto di laurea magistrale tenendo conto: a) della qualità dell'elaborato presentato alla discussione e della sua esposizione; b) della media dei voti ottenuti negli insegnamenti inclusi nel curriculum dello studente, pesati per il numero di CFU attribuiti a ciascun insegnamento; c) del voto di laurea riportato al fine del conseguimento della laurea triennale; d) eventualmente, delle attività integrative svolte dallo studente, quali tirocini, periodi di studio in Università e centri di ricerca italiani e stranieri.

Ai fini dell'esposizione nei Regolamenti Didattici, i 15 crediti previsti per la prova finale sono suddivisi in:

- 14 crediti: attività per la preparazione dell'elaborato di laurea magistrale;
- 1 credito: esame di laurea magistrale.

Le attività relative alla preparazione dell'elaborato di laurea magistrale possono essere svolte all'estero, ad esempio nel quadro degli scambi ERASMUS, ed essere esposte ai fini delle attività di internazionalizzazione.

## **Art. 12. Opzioni dai preesistenti Ordinamenti all'Ordinamento ex D.M. 270/04**

Gli studenti iscritti ai Corsi di Laurea Specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'ordinamento ex D.M. 509/99, oppure a Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio ex D.M. 270/04 con ordinamenti precedenti rispetto a quello attuale possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'attuale ordinamento ex D.M. 270/04. Il riconoscimento degli studi compiuti sarà deliberato dalla CDD, previa la valutazione in crediti degli insegnamenti dell'ordinamento di provenienza e la definizione delle corrispondenze fra gli insegnamenti/moduli dell'attuale ordinamento ex D.M. 270/04 e di quello di provenienza.

## **Art. 13. Riconoscimento di attività formative svolte nell'ambito di percorsi di formazione interdisciplinare Minor Ingegneria delle Transizioni (IT)**

Gli studenti iscritti al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio possono aderire al progetto di formazione interdisciplinare Minor IT - Tecnologie Green - attivato in Ateneo nell'ambito del progetto guida inter-Ateneo "Ingegneria delle Transizioni". Il minor si consegue acquisendo almeno 30 CFU di attività formative dedicate, di cui di norma 12 CFU extra curriculari. Il riconoscimento dei crediti avviene a seguito della presentazione di un Piano di Studi individuale, con indicazione degli insegnamenti selezionati per il percorso minor, che sarà esaminato e approvato dalla CCD in conformità ai criteri di ammissibilità stabiliti dalla stessa.

## **Art. 14. DOPPIO DIPLOMA**

Nei termini stabiliti da un accordo di collaborazione stipulato tra l'Università degli Studi di Napoli Federico II e l'Università di Architettura, Ingegneria Civile e Geodesia con sede in Sofia, Bulgaria, è consentito, agli studenti iscritti al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio che seguono il Curriculum di Sostenibilità Ambientale, e agli studenti

iscritti al Corso Laurea Magistrale in Engineering Ecology attivo presso l'Ateneo Bulgaro, il conseguimento di un titolo di Doppio Diploma, ovvero Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio rilasciata dall'Università degli Studi di Napoli Federico II, e Laurea Magistrale in Engineering Ecology, rilasciata dall'Università di Architettura, Ingegneria Civile e Geodesia con sede in Sofia, Bulgaria.

Allo scopo sono stabilite le seguenti equipollenze tra le attività formative svolte presso il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Ateneo Federiciano, e le le attività formative svolte presso il Corso di Laurea Magistrale in Engineering Ecology dell'Università di Architettura, Ingegneria Civile e Geodesia con sede in Sofia, Bulgaria:

Insegnamento svolto presso il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio			Insegnamento svolto presso il Corso di Laurea Magistrale in Engineering Ecology	
Denominazione	SSD	CFU	Denominazione	CFU
Idraulica Ambientale	ICAR/01	9	Management of Irrigation and Drainage Systems + Hydroinformatics	7 + 4
Acquedotti e Fognature	ICAR/02	9	Management of Municipal Water Supply and Sanitation Systems	9
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare	ICAR/03	9	Circular Economy and the Water Sector + Field training	7 + 4
Sicurezza e Protezione Ambientale nell'Industria di Processo	ING-IND/27	9	Ecological Assessment and Environmental Impact Assessment	7
Sistemi Informativi Territoriali	ICAR/20	9	Geographic Information Systems	7
Trattamento e Valorizzazione delle Acque Reflue	ICAR/03	9	Management of WWTP	9
Trattamento delle Acque di Approvvigionamento (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ICAR/03	9	Management of DWTP	9
Bonifica dei Siti Contaminati (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ICAR/03	9	Sludge Management	5
Misure e Modelli Idraulici (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ICAR/01	9	Sustainable plumbing Systems	5
Tirocini formativi e di orientamento + prova finale		6+ 15	Work on Diploma Thesis	30
Mitigazione dei Cambiamenti Climatici (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ICAR/03	9	Energy Efficiency and Climate Change Mitigation	6
Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ICAR/03	9	Sustainable Development and Eco-Efficiency	5
Monitoraggio degli Inquinanti nell'Ambiente (Attività formativa a scelta autonoma dello studente)	ING-IND/24	9	Environmental Monitoring	5



# **ALLEGATO I**

**Tabella I**

**Didattica Programmata del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio**

**Curriculum “Sostenibilità Ambientale”**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Gestione delle Risorse Energetiche del Territorio		9	ING-IND/11	4	Attività formative affini/integrative	
Idraulica Ambientale		9	ICAR/01	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Modelli e Metodi Numerici per l’Ingegneria		9	MAT/07	4	Attività formative affini/integrative	
Impianti di Trattamento degli Aeriformi		9	ING-IND/25	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Acquedotti e Fognature		9	ICAR/02	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare		9	ICAR/03	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Sicurezza e Protezione Ambientale nell’Industria di Processo		9	ING-IND/27	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Sistemi Informativi Territoriali		9	ICAR/20	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Trattamento e Valorizzazione delle Acque Reflue		9	ICAR/03	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Tirocini formativi e di orientamento		6		6	Altre attività	
Prova finale		15		5	Altre attività	

<sup>a</sup>) I 18 CFU per insegnamenti scelti autonomamente dallo studente sono collocabili sia al I che al II anno, al I o al II semestre.

(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa rif. DM270/04	1	2	3	4	5	6	7
	Art. 10 comm a 1, a)	Art. 10 comm a 1, b)	Art. 10 comm a 5, a)	Art. 10 comm a 5, b)	Art. 10 comm a 5, c)	Art. 10 comm a 5, d)	Art. 10 comm a 5, e)

**Attività formative a scelta autonoma dello studente**

Per quanto riguarda le attività a scelta autonoma, la Commissione propone, nell’ambito del Manifesto degli Studi, annualmente una lista di insegnamenti che permettono di approfondire particolari aspetti delle discipline che costituiscono il bagaglio culturale irrinunciabile per ciascuno studente.

# Curriculum “Dissesto Idrogeologico”

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Gestione delle Risorse Energetiche del Territorio		9	ING-IND/11	4	Attività formative affini/integrative	
Idraulica Fluviale		9	ICAR/01	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Modelli e Metodi Numerici per l’Ingegneria		9	MAT/07	4	Attività formative affini/integrative	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare		9	ICAR/03	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Idrologia		9	ICAR/02	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Stabilità dei Pendii		9	ICAR/07	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Regime e Protezione dei Litorali		9	ICAR/02	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Sistemi Informativi Territoriali		9	ICAR/20	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Opere Geotecniche		9	ICAR/07	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Tirocini formativi e di orientamento		6		6	Altre attività	
Prova finale		15		5	Altre attività	

<sup>a</sup>) I 18 CFU per insegnamenti scelti autonomamente dallo studente sono collocabili sia al I che al II anno, al I o al II semestre.

(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa rif. DM270/04	1	2	3	4	5	6	7
	Art. 10 comm a 1, a)	Art. 10 comm a 1, b)	Art. 10 comm a 5, a)	Art. 10 comm a 5, b)	Art. 10 comm a 5, c)	Art. 10 comm a 5, d)	Art. 10 comm a 5, e)

### Attività formative a scelta autonoma dello studente

Per quanto riguarda le attività a scelta autonoma, la Commissione propone, nell’ambito del Manifesto degli Studi, annualmente una lista di insegnamenti che permettono di approfondire particolari aspetti delle discipline che costituiscono il bagaglio culturale irrinunciabile per ciascuno studente.

# Curriculum “Energia per l’Ambiente”

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Gestione delle Risorse Energetiche del Territorio		9	ING-IND/11	4	Attività formative affini/integrative	
Idraulica per l’efficienza dei sistemi idrici		9	ICAR/01	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Modelli e Metodi Numerici per l’Ingegneria		9	MAT/07	4	Attività formative affini/integrative	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare		9	ICAR/03	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Smart and Electric Mobility		9	ICAR/05	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Impianti Idroelettrici		9	ICAR/02	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II Anno</b>						
<b>I semestre</b>						
Idrogeologia Applicata e Geotermia		9	GEO/05	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Sistemi Informativi Territoriali		9	ICAR/20	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Smart, Resilient and Sustainable City		9	ICAR/20	2	Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>a</sup>		0-18		3	Altre attività	
<b>II semestre</b>						
Tirocini formativi e di orientamento		6		6	Altre attività	
Prova finale		15		5	Altre attività	

## Tabella II

### Esami opzionali Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Insegnamento o attività formativa	Modulo	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Mutuato da
Bonifica dei Siti Contaminati		II	9	ICAR/03	3	LM-IAT
Consolidamento dei Terreni e delle Rocce		II	9	ICAR/07	3	STREGA
Contaminanti Emergenti e Trattamenti Avanzati		II	9	ING-IND/27	3	LM-IAT
Ecologia e Laboratorio		II	10	BIO/07	3	LT-Biologia
Economia e Organizzazione Aziendale		I	9	ING-IND/35	3	CHIMICA
Tecnologie Avanzate per l'Energia		I	9	ING-IND/10	3	IMEA
Geologia Applicata alla Difesa dell'Ambiente		I	9	GEO/05	3	LM-IAT
Idraulica per l'Energia e l'Ambiente		I	9	ICAR/01	3	LM-IAT
Ingegneria Costiera		I	9	ICAR/02	3	ISIT
Misure e Modelli Idraulici		II	9	ICAR/01	3	ISIT
Mitigazione dei Cambiamenti Climatici		II	9	ICAR/03	3	L-IAT
Monitoraggio degli Inquinanti nell'Ambiente	Environmental Monitoring***	II	6	ING-IND/24	3	CHIMICA
	Gestione della Qualità dell'Aria	II	3	ING-IND/24	2	LM-IAT
Nuove Strategie di Governo del Territorio		I	9	ICAR/20	3	LM-IEDI
Pianificazione dei Sistemi di Trasporto		II	9	ICAR/05	3	LM-IAT
Sicurezza dei Cantieri Mobili		II	9	ICAR/04	3	ISIT
Tecnica delle Costruzioni II		II	6	ICAR/09	3	CIVILE
Tecnologie per lo Sviluppo Energetico Sostenibile		I	9	ING-IND/25	3	LM-IAT
Trattamento delle Acque di Approvvigionamento		I	9	ICAR/03	3	LM-IAT
Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali		II	9	ICAR/03	3	LM-IAT

\*\*\*Corso erogato in lingua inglese

**Tabella III****Esami opzionali Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio Erogati in Lingua Inglese**

Insegnamento o attività formativa	Modulo	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Mutuato da
Advanced Technologies for Hydrological Monitoring		II	6	ICAR/02	3	ISIT
Circular Bioeconomy for Ecological Transition		II	6	ICAR/03	3	LM-IAT
Lab for Road Safety		II	6	ICAR/04	3	ISIT
Resilience of Transportation Systems		II	6	ICAR/05	3	TEAM
Smart Roads and Cooperative Driving		II	6	ICAR/05	3	MOVE
Resilience of Geotechnical Systems		II	6	ICAR/07	3	TEAM
Geotechnical Risks in Urban Areas		II	6	ICAR/07	3	LM-IAT
Built Environment		II	6	ICAR/10	3	LM-IEDI
Smart Urban Design		II	6	ICAR/14	3	IEAR
Safety and Resilience of Urban Systems		II	6	ICAR/20	3	LM-IEDI

**Tabella IV**

**Esami opzionali Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio per il Minor IT Green Technologies non offerti dal CdS**

Insegnamento o attività formativa	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Mutuato da
Industrial Ecology and Green Technologies	II	6	ING-IND/25	3	CHIMICA
Electrical Technologies for the Ecological Transition	II	6	ING-IND/32 o 31	3	ELETTRICA
Thermo-mechanical technologies for the Energy Transition	II	6	ING-IND/08 o 10	3	MECCANICA
Sustainable Materials	II	6	ING-IND/22	3	INGEGNERIA DEI MATERIALI
Environmental Chemical Engineering	I	6	ING-IND/25	3	CHIMICA
Thermo-chemical conversion of biomass and waste	I	6	ING-IND/26	3	CHIMICA
Sustainable technologies for pollution control	I	6	ING-IND/25	3	CHIMICA
Industrial Chemistry from renewable feedstocks	I	9	ING-IND/27	3	CHIMICA
Sustainable Process Design	I	9	ING-IND/25	3	CHIMICA
Environmental Monitoring	II	6	ING-IND/24	3	CHIMICA
Regenerative Chemistry	I	6	CHIM/07	3	CHIMICA
Pianificazione e gestione delle smart grids	II	6	ING-IND/33	3	ELETTRICA
Tecnologie innovative per il risparmio energetico	I	6	ING-IND/33	3	ELETTRICA
Electric and hybrid vehicles	II	6	ING-IND/32	3	ELETTRICA
Energy Management for transportation	I	9	ING-IND/32	3	TEAM
Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili	II	6	ING-IND/33	3	ELETTRICA
Sistemi energetici innovativi	I	6	ING-IND/08	3	ELETTRICA
Energetica	II	9	ING-IND/10	3	MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
Tecnologie avanzate per l'energia	I	9	ING-IND/10	3	MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
Modellazione avanzata di sistemi termodinamici	II	9	ING-IND/10	3	MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
Sistemi di propulsione per l'autotrazione	II	9	ING-IND/08	3	MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine	I	9	ING-IND/09	3	MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	II	6	ING-IND/22	3	INGEGNERIA DEI MATERIALI
Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	I	6	ING-IND/22	3	INGEGNERIA DEI

					MATERIALI
Insegnamento o attività formativa	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Mutuato da
Network Security	II	6	ING-INF/05	3	INFORMATICA
Machine learning and big data	II	9	ING-INF/05	3	INFORMATICA
Technologies for information systems	II	9	ING-INF/05	3	INFORMATICA

**NOTA:** Per le schede degli Insegnamenti di cui alla presente Tabella IV si rimanda ai Regolamenti del CdS dal quale gli Insegnamenti stessi sono mutuati.



## **ALLEGATO II**

**Attività formative del Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

**Parte 1 - Insegnamenti curriculari**

<b>Insegnamento:</b> Acquedotti e Fognature	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/02
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Definire la funzionalità delle opere acquedottistiche e fognarie nell'ambito del Ciclo Idrico Integrato nonché i criteri di dimensionamento, realizzazione e riqualificazione delle stesse.	
<b>Contenuti:</b> Normative sulla progettazione e sulle reti acquedottistiche e fognarie. Fonti di approvvigionamento idrico e loro captazione. Sistemi di trasporto e di distribuzione idrica. Organi di regolazione e controllo. Fenomeno della corrosione ed interazione terreno-tubazione. Tecnologie di recupero e riqualificazione delle opere. Periodo di ritorno e curve di probabilità pluviometrica. I sistemi di drenaggio delle acque reflue e pluviali. Coefficienti di diluizione e scaricatori di piena. Modelli per la determinazione delle massime portate pluviali. Manufatti di controllo della qualità degli scarichi. La gestione dei sistemi: gli ATO.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Lucidi forniti dal docente Girolamo Ippolito - <i>Appunti di costruzioni idrauliche</i> , Liguori Editore, Valerio Milano - <i>Acquedotti – Guida alla progettazione</i> , Hoepli AA.VV. - <i>Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione</i> , Hoepli	
<b>Modalità di esame:</b> Esame orale con discussione degli elaborati progettuali svolti durante il corso	

<b>Insegnamento:</b> Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Indirizzare gli allievi verso sistemi di valorizzazione energetica e materica dei rifiuti solidi, fornendo le basi per la progettazione e la gestione degli impianti di trattamento e smaltimento dei materiali di scarto, con particolare riferimento a quelli che consentono il recupero di materiale ed energia, ed ai sistemi di bioraffineria.	
<b>Contenuti:</b> Economia lineare ed economia circolare. Il rifiuto come risorsa. Waste to energy. Urban mining. Il Concetto di Bioraffineria. La gestione integrata del ciclo dei rifiuti. Aspetti normativi. Caratteristiche chimiche e fisiche delle diverse classi di rifiuto. Raccolta differenziata e raccolta indifferenziata. Conferimento e trasporto. Impianti di selezione. Fasi di riduzione delle dimensioni, separazione e compattazione. Trattamenti biologici: impianti di compostaggio e impianti di digestione anaerobica (low-solids e high-solids). Dark fermentation e photo fermentation. Dimensionamento del sistema di aerazione. Principi della combustione dei rifiuti. Impianti di trattamento termico: incenerimento, pirolisi, gassificazione. Smaltimento sul terreno: discarica controllata. Produzione e captazione del biogas. Sistemi di drenaggio del percolato.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti delle lezioni; C. Sirini, G. Tchobanoglous, C. Noto La Diega, <i>Ingegneria dei Rifiuti Solidi</i> , Mc-Graw-Hill	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Gestione delle Risorse Energetiche del Territorio	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/10, ING-IND/11
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende fornire agli allievi le competenze necessarie per operare nel settore delle tecnologie per l'uso razionale ed ecocompatibile delle risorse energetiche convenzionali e rinnovabili (energy management), con riferimento ad aspetti sia	

tecnicoingegneristici che normativi ed economico-finanziari. Lo studente deve acquisire conoscenze e capacità di comprensione in merito a: i) previsione e analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) misura e analisi delle prestazioni di sistemi energetici; iii) tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica; iv) ingegneria delle fonti rinnovabili di energia.

**Contenuti:**

1) Introduzione - Classificazione, disponibilità ed impatto ambientale delle fonti energetiche; politiche per il contrasto ai cambiamenti climatici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica. 2) Quadro normativo e tariffario - Introduzione ai mercati dell'energia elettrica, del gas naturale e dell'efficienza energetica: struttura del mercato, componenti delle tariffe, esempi di calcolo e verifica delle fatture; cenni ai mercati dell'efficienza energetica e dei permessi di emissione; cenni alle normative per l'incentivazione dell'efficienza energetica, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e ad altri strumenti operativi a supporto dell'efficienza energetica. 3) Efficienza energetica negli usi finali- Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di sistemi, tecnologie e interventi per l'efficienza energetica: generatori di calore; pompe di calore e macchine frigorifere elettriche e ad assorbimento; sistemi di cogenerazione. 4) Fonti rinnovabili - Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di impianti alimentati da fonte rinnovabile: solare termico, fotovoltaico, solare termodinamico; energia eolica; biomasse e biogas; geotermia; idroelettrico. 5) Cenni su risparmio energetico negli edifici.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** I SEMESTRE

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Nessuna

**Metodo didattico:** Lezioni ed esercitazioni

**Materiale didattico:** Appunti distribuiti dal docente - Per approfondimenti: Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Ed. By F. Kreith F. and D. Yogi Goswami, CRC Press – Taylor & Francis Group, 2007; Le energie rinnovabili, A. Bartolazzi, Hoepli, 2010.

**Modalità di esame:** È prevista una prova intercorso sulla prima parte del programma che include sia applicazioni numeriche che quesiti di teoria. Le modalità di esame prevedono lo svolgimento di elaborati numerici ed un colloquio orale.

**Insegnamento:** Idraulica Ambientale

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 9

**SSD:** ICAR/01

**Ore di lezione:** 40

**Ore di esercitazione:** 32

**Anno di corso:** I ANNO

**Obiettivi formativi:**

Si intende far acquisire agli allievi i concetti fondamentali dell'Idraulica Ambientale, quali quelli di advezione, diffusione, dispersione, reazione, processi alle interfaccia ambientali, con le relative equazioni di trasporto e trasformazione, all'interno di un fluido naturale

**Contenuti:**

1. Processi, sostanze, grandezze e metodi dell'Idraulica Ambientale. Cenni alla legislazione sulla qualità dei corpi idrici superficiali 2. Cinematica dei Fluidi: approccio euleriano ed approccio lagrangiano, classificazioni del moto, deformazioni in un fluido 3. Leggi di conservazione: teoremi di trasporto, conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia, equazione di Navier-Stokes, analisi di scala delle leggi di conservazione. 4. Turbolenza: caratteristiche della turbolenza, teoria di Kolmogorov, equazione di Navier-Stokes mediata alla Reynolds, viscosità turbolenta, modelli di turbolenza, cenni su DNS e LES, legge di parete 5. Strato limite: concetto di strato limite, strato limite laminare e turbolento. Strato limite di concentrazione 6. Advezione e diffusione: diffusione molecolare, equazione del trasporto diffusivo, equazione della diffusione advettiva, numero di Peclet, alcune soluzioni particolari dell'equazione della diffusione advettiva. 7. Diffusione turbolenta e dispersione: la turbolenza negli ambienti naturali, equazione della diffusione turbolenta, zone di mescolamento in un fiume, coefficienti di mescolamento verticale e trasversale, dispersione longitudinale secondo Taylor, equazione della dispersione advettiva, coefficiente di dispersione longitudinale, trasporto in alvei con zone morte, misure con traccianti. 8. Trasformazioni fisiche, chimiche biologiche nell'Idraulica Ambientale: cinetica delle reazioni, equazione della diffusione advettiva per sostanze reattive. 9. Processi di trasporto alle interfaccia ambientali: reaerazione e volatilizzazione in un corpo idrico, ingresso di aria in correnti turbolente, cenni sulla interazione fra una corrente idrica ed un letto poroso. 10. La circolazione nei laghi. L'impiego di modelli matematici e di tecniche CFD nei problemi dell'Idraulica Ambientale, esempi applicativi.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** I SEMESTRE

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Nessuna

**Metodo didattico:** Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche con tesine di approfondimento

**Materiale didattico:**

C.Gualtieri: Appunti di Idraulica Ambientale – CUEN, 2006

Per eventuali approfondimenti, si segnalano i seguenti testi:

Chanson H., *Environmental Hydraulics of Open Channel Flows*, Butterworth-Heinemann, London, UK, 2004

C.Gualtieri and D.T.Mihailovic (Eds), *Fluid Mechanics of Environmental Interfaces*, pp.332, Taylor&Francis, Leiden, The Netherlands, 2008

D.T.Mihailovic and C.Gualtieri (Eds), *Advances in Environmental Fluid Mechanics*, pp.348, World Scientific, Singapore, 2010

<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale
---

<b>Insegnamento:</b> Idraulica Fluviale	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/01
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione di conoscenze su alcuni problemi di idraulica fluviale, a partire dall' Idraulica delle correnti a superficie libera, le equazioni generali del moto in regime stazionario e gli strumenti metodologici utili per affrontare problemi di interesse tecnico, nonché, in particolare, la propagazione delle piene e il moto negli alvei mobili, e dei metodi numerici impiegati per la previsione di questi.	
<b>Contenuti:</b> Cenni sulla turbolenza. Moto uniforme di correnti a superficie libera defluenti in alvei: a contorno chiuso; a sezione composta; con pareti a diversa scabrezza. Equazione del moto di correnti gradualmente variate, a portata costante ed in regime stazionario: approccio unidimensionale. Equazione del profilo di corrente. Proprietà caratteristiche del profilo della superficie libera in relazione ai caratteri cinematici della corrente ed alla pendenza dell'alveo. Condizioni al contorno. Alvei di breve lunghezza. Correnti localmente non gradualmente variate: il risalto idraulico. Variazioni locali della geometria della sezione dell'alveo: restringimento della sezione; soglie di fondo. Equazione del moto di correnti permanenti a portata gradualmente variabile: canali di gronda; sfioratori laterali. Tracciamento del profilo di corrente, a portata costante e a portata variabile. Cenni sulle azioni idrodinamiche esercitate da una corrente su corpi completamente immersi: spinta, portanza. Metodo delle differenze finite per la soluzione di equazioni differenziali. Moto vario di correnti a pelo libero. Equazioni del de Saint Venant e loro soluzione in casi particolari: Dam Break e modelli cinematici. Soluzione numerica delle equazioni del de Saint Venant. Cenni sui processi di trasporto in soluzione. Dispersione idrodinamica. Trasporto solido: modalità e classificazione. Forme di fondo: condizioni di esistenza, previsione dei caratteri, effetto sulle resistenze negli alvei mobili.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Montuori C. – <i>Complementi di Idraulica</i> , Liguori Napoli Armanini A. – <i>Idraulica Fluviale</i> , BIOS Ed. Cosenza	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio comprendente la discussione degli esercizi svolti	

<b>Insegnamento:</b> Idraulica per l'efficienza dei sistemi idrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/01
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 30
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione di conoscenze sui problemi dell'idraulica legati all'uso dell'energia nei sistemi idrici complessi: reti idriche in pressione, moto vario, macchine idrauliche, apparecchiature moderne di misura e controllo, collaudi prestazionali, metodi numerici impiegati nella progettazione verifica delle reti.	
<b>Contenuti:</b> Richiami sui concetti di energia, potenza e lavoro nelle correnti idriche. Reti di distribuzione idrica: equazioni fondamentali del moto e della continuità; schematizzazione della rete; problemi di progetto e verifica; problemi di calibrazione della rete; modelli numerici di risoluzione. Moto vario di correnti in pressione. Oscillazione di Massa: equazione del moto vario lineare, pozzi piezometrici, metodi analitici e numerici di risoluzione. Colpo d'Ariete: equazioni del colpo d'ariete, concetto di celerità di propagazione delle perturbazioni, casse d'aria, metodi analitici e numerici di risoluzione. Macchine idrauliche: tipologia, equazioni fondamentali del moto delle macchine rotanti, leggi di affinità, curve caratteristiche, modelli numerici di risoluzione fluidodinamica, collaudi prestazionali. Apparecchiature moderne di misura e controllo: tipologia, apparecchi elettronici di misura della portata, della pressione e dei livelli idrici, principali caratteristiche degli strumenti, errori di misura e loro propagazione, prove di calibrazione.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Dispense del corso Carravetta A., Martino R. - <i>Dispense di Idraulica</i> , Fridericana Napoli Montuori C. – <i>Complementi di Idraulica</i> , Liguori Napoli Appunti forniti dal docente	

**Modalità di esame:** colloquio orale

<b>Insegnamento:</b> Idrogeologia Applicata e Geotermia	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> GEO/05
<b>Ore di lezione:</b> 62	<b>Ore di esercitazione:</b> 10
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Riconoscimento dei <i>sistemi acquiferi</i> e definizione delle loro caratteristiche (idrauliche e chimiche) per una corretta gestione delle risorse idriche sotterranee. Valutazione quantitativa, pianificazione e tutela delle risorse idriche (anche idrominerali). Opere di captazione e valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi. Studi geologici per l'utilizzo dell'energia geotermica.	
<b>Contenuti:</b> Caratterizzazione idraulica degli acquiferi (permeabilità, trasmissività, diffusività etc.). Idrodinamica delle falde (carte piezometriche, portata, velocità etc.). Traccianti naturali ed artificiali. Scavo e condizionamento di pozzi. Tests di emungimento ( <i>prove di pozzo; prove di falda</i> in diverse condizioni di regime). Sorgenti (analisi del regime; definizione del bacino alimentante; calcolo delle risorse e delle riserve; captazioni). Subsidenza. Bilanci idrogeologici. Idrogeochimica (fattori influenti sul chimismo; diagrammi di rappresentazione, curve isocone). Acque minerali (origine, captazioni, aspetti normativi). Inquinamento delle acque sotterranee. Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. Aree di salvaguardia delle captazioni di falde in mezzi fessurati e porosi. Falde e valori di fondo naturale. Caratterizzazione idrogeologica di siti contaminati. Cartografia tematica. Valutazione delle condizioni idrogeologiche per l'utilizzo dell'energia geotermica. Aspetti normativi. Risorse a bassa entalpia: impianti a circuito <i>aperto</i> o <i>chiuso</i> (indagini per la loro realizzazione); gli impatti ambientali.	
<b>Docente:</b> Alfonso Corniello	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Castany G. (1986) – Principi e metodi dell'Idrogeologia. Flaccovio Ed. Celico P. (1986) - Prospezioni idrogeologiche. Liguori Ed. Civita M. (2005) - Idrogeologia applicata e ambientale. Casa Editrice Ambrosiana Banks D. (2008) - An introduction to thermogeology: ground source heating and cooling. Blackwell, Oxford, 339 pp Budetta P., Calcaterra D., Corniello A., de Riso R., Ducci D., Santo A.: Appunti di geologia dell'Appennino meridionale.	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio finale	

<b>Insegnamento:</b> Idrologia	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/02
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Analisi del regime dei corsi d'acqua e delle tendenze evolutive del profilo di fondo. Interventi strutturali (attivi e passivi) e non strutturali per la sistemazione dei corsi d'acqua e la difesa idraulica ed idrogeologica del territorio. Criteri di progettazione delle principali opere di difesa.	
<b>Contenuti:</b> Piogge. Curve di probabilità pluviometrica. Zone pluviometriche. Afflussi su un bacino e perdite idrologiche. Modelli lineari afflussi-deflussi per la ricostruzione delle onde di piena. IUH. Modello cinematico e del serbatoio lineare. Modello di Nash. Correnti in alvei erodibili e trasporto solido. Quadro normativo europeo e italiano. Perimetrazione delle aree inondabili. Interventi non strutturali e strutturali attivi e passivi di difesa idraulica del territorio: tipologie costruttive e criteri di dimensionamento. Sistemazione dei torrenti: calcolo della pendenza di compensazione; briglie di trattenuta e selettive; opere longitudinali e repellenti. Interventi di ricalibratura d'alveo (rettifiche, modifiche di sezione, rivestimenti). Arginature. Diversivi e scolmatori. Serbatoi di laminazione delle piene e casse di espansione. Impatto delle opere idrauliche sul regime fluviale. Preannuncio delle piene e attività di protezione civile.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> D. Citrini e G. Nosedà, <i>Idraulica</i> , Casa Editrice Ambrosiana U. Maione, U. Moisello, <i>Elementi di statistica per l'idrologia</i> , La Goliardica Pavese L. Da Deppo, C. Datei, P. Salandini, <i>Sistemazione dei corsi d'acqua</i> , Cortina Editore Appunti delle lezioni e pubblicazioni specializzate	
<b>Modalità di esame:</b> Progetto di un'opera di difesa idraulica con utilizzo di software tecnico dedicato alla costruzione dei profili di corrente e alla perimetrazione delle aree inondabili e colloquio finale	

<b>Insegnamento:</b> Impianti di Trattamento degli Aeriformi	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il trattamento degli effluenti aeriformi da impianti industriali è materia complessa per il numero e la tipologia degli inquinanti da trattare, la varietà delle specifiche situazioni di processo, lo svilupparsi di nuovi sistemi di abbattimento, l'evoluzione della normativa. Il corso si prefigge di fornire un quadro d'insieme della problematica, informando gli studenti sui principali aspetti scientifici, tecnologici e normativi da tenere presente nella fase di scelta e di dimensionamento del sistema di trattamento, ed in particolare sui principi di funzionamento, i campi di utilizzo, le variabili chiave e le implicazioni economiche di ciascun sistema	
<b>Contenuti:</b>	
<b>INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b> Sorgenti inquinanti; Inquinanti primari e secondari; Tipologia degli inquinanti atmosferici: proprietà fisiche e chimiche e formazione di inquinanti gassosi – Caratteristiche e proprietà di trasporto di particelle solide e/o liquide sospese.; Misura delle emissioni: campionamento e analisi.	
<b>TECNOLOGIE PER LA RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI GASSOSI</b> Sistemi di controllo delle emissioni e loro dimensionamento; <b>Condensazione:</b> Equilibrio liquido-vapore di miscele gassose - Condensatori e loro funzionamento; <b>Assorbimento:</b> Desolforazione e denitrificazione dei fumi di combustione - Classificazione e analisi dei principali processi sviluppati su scala industriale; <b>Adsorbimento:</b> Principi dell'adsorbimento (equilibri gas-solido; isoterme di adsorbimento; curve di breakthrough; equazioni di bilancio) - Principali soluzioni impiantistiche; <b>Post-combustione:</b> Impianti e reattori per la post-combustione termica e catalitica con recupero di tipo rigenerativo e non.	
<b>TECNOLOGIE PER LA RIMOZIONE DI PARTICELLE SOLIDE VOLANTI</b> <b>Filtrazione:</b> Filtrazione di particolato solido in letti fissi e fluidizzati - Filtrazione di particolato solido mediante monoliti ceramici - Filtri a manica; <b>Precipitazione elettrostatica:</b> Filtri elettrostatici; <b>Separazione meccanica:</b> Camere di calma - Cicloni e multicycloni	
<b>ESEMPI DI TRENI DEPURATIVI POSTI A VALLE DI ATTIVITÀ PRODUTTIVE</b>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> C.D. Cooper F.C. Alley Air Pollution Control: A design Approach; Louis Theodore . Air Pollution Control Equipment Calculations	
<b>Modalità di esame:</b> Prove scritta finale e colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Impianti Idroelettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/02
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisire conoscenze specifiche nel settore dell'energia idraulica, considerando anche l'impatto ambientale degli impianti, con particolare riguardo ai seguenti settori: produzione di energia idroelettrica a grande scala; produzione di energia idroelettrica di piccola taglia (pico, micro, mini e small hydro); recupero energetico nei sistemi idrici; criteri di ottimizzazione energetica dei sistemi idrici; criteri di efficientamento energetico degli impianti di sollevamento.	
<b>Contenuti:</b> Il ruolo dell'energia idraulica in Italia. Quadro normativo europeo, italiano e regionale. Ciclo e Bilancio idrologico. Gli impianti idroelettrici di produzione e pompaggio: tipi fondamentali, schemi funzionali, opere principali. Impianti a deflusso: curve di durata e loro regionalizzazione, curve di utilizzazione. Impianti a serbatoio: curve di possibilità di regolazione. Turbine idrauliche: turbine ad azione e reazione, triangoli di velocità, numero di giri caratteristico, curve di rendimento. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia (pico, micro, mini, small hydro): schemi impiantistici. L'impatto ambientale degli impianti idroelettrici. Il Deflusso Minimo Vitale (DMV): cornice legislativa, metodologie di calcolo. Produzione distribuita di idroenergia in sistemi idrici mediante impiego di microturbine o pompe "inverse" (Pumps As Turbines, PATs). Modellistica per l'ottimizzazione energetica dei sistemi idrici. Modellistica per l'efficientamento energetico degli impianti di sollevamento, pump scheduling.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti delle lezioni	

Publicazioni specialistiche
<b>Modalità di esame:</b> Redazione di schemi progettuali e colloquio finale

<b>Insegnamento:</b> Modelli e Metodi Numerici per l'Ingegneria	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> MAT/07
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 32
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Con il corso l'allievo/acquisisce la capacità di: <ul style="list-style-type: none"> <li>- risolvere equazioni a derivate parziali usando metodi numerici,</li> <li>- usare il metodo delle differenze finite ed il metodo degli elementi finiti,</li> <li>- usare Matlab per il calcolo scientifico,</li> <li>- modellare problemi d'Ingegneria con equazioni a derivate parziali.</li> </ul>	
<b>Contenuti:</b> Il corso si propone di fornire conoscenze avanzate di metodi numerici per risolvere Equazioni a Derivate Parziali (EDP) che intervengono in problemi di Ingegneria. Saranno trattati i seguenti argomenti: Conduzione del calore e diffusione, incluso i mezzi porosi; Metodo delle differenze finite, incluso il metodo delle linee; Metodo degli elementi finiti; EDP paraboliche, iperboliche, ellittiche; Equazioni Differenziali Ordinarie (problemi di valori al bordo); Calcolo scientifico su piattaforma Matlab; Onde; Equazione della trave; Diffusione in due e tre dimensioni spaziali. Elementi di Algebra Lineare; Classificazione di EDP.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti distribuiti durante il corso, B. D'Acunto, Computational Partial Differential Equations in Mechanics, World Scientific, 2004.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale e sviluppo di un programma Matlab relativo a specifico problema d'Ingegneria.	

<b>Insegnamento:</b> Opere Geotecniche	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR 07
<b>Ore di lezione:</b> 57	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso si pone un duplice obiettivo: il primo è quello di fornire all'allievo gli strumenti necessari alla progettazione di alcune delle più diffuse opere geotecniche utilizzate nella difesa del territorio; il secondo è quello di fornirgli la capacità di svolgere i calcoli di dimensionamento geotecnico di alcune opere di interesse per la tutela del territorio (ad esempio briglie, oppure fondazioni di pale eoliche o di impianti di depurazione, ecc.).	
<b>Contenuti:</b> Il corso parte da alcune necessarie considerazioni propedeutiche, relative alla valutazione della spinta delle terre e al comportamento delle fondazioni. Relativamente alle prime, si illustrano i diversi fattori che la influenzano e si espongono i possibili metodi di calcolo. Per quanto riguarda le fondazioni, invece, si forniscono indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi, con riferimento sia alle fondazioni superficiali sia a quelle profonde. Il corso affronta quindi lo studio di alcune opere di sostegno, fornendo criteri di progetto per opere di sostegno a gravità massiccia rigide (in calcestruzzo armato) o deformabili (gabbionate) oppure opere di sostegno in c.a. a mensola. Si illustrano quindi gli interventi in terra rinforzata con rinforzi planari e puntuali, mettendo in evidenza l'importanza dell'interazione tra rinforzo e terreno, e si forniscono indicazioni per il progetto che tengano conto degli aspetti tecnologici legati alla tipologia di rinforzo utilizzata. Sono trattati poi gli interventi di rinforzo puntuali nei terreni e nelle rocce quali soil nailing e chiodature in roccia, evidenziando l'influenza del meccanismo di interazione tra rinforzo e terreno sul loro comportamento e fornendo quindi in conseguenza criteri di progetto. Per entrambe le tecniche, si analizza anche l'interazione con il rivestimento o con la rete eventualmente presenti sul paramento. Tra gli interventi di rinforzo puntuali rientrano anche i pali inseriti in coltri in frana; con riferimento al semplice caso di pendio indefinito, per queste opere si illustra il meccanismo di interazione tra opera e terreno e si forniscono indicazioni per il loro dimensionamento. Infine, il corso affronta il problema del dimensionamento di opere di difesa passiva da movimenti veloci di terreno e dal rotolamento di blocchi di roccia. A tal fine si forniscono indicazioni sulle forze di impatto per entrambe le categorie di problemi (analizzati nel corso di stabilità dei pendii), e si indicano quindi i criteri di progetto. Le esercitazioni riguarderanno il dimensionamento di alcune opere di sostegno e di fondazione, con riferimento a specifici problemi di tutela dell'ambiente e del territorio.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	



<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, laboratorio, visite tecniche, seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> Slides del corso, libri di testo: Appunti di Opere di Sostegno (Aldo Evangelista), Fondazioni (Carlo Viggiani).	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio con domande di teoria e discussione degli elaborati redatti nel corso delle esercitazioni	

<b>Insegnamento:</b> Regime e Protezione dei Litorali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/02
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire gli elementi conoscitivi di base necessari per la comprensione dei processi costieri e per valutare la efficacia di interventi di protezione dei litorali.	
<b>Contenuti:</b> <u>L'AMBIENTE COSTIERO.</u> LE ONDE. Onde periodiche lineari su profondità costante: analisi puntuale e globale del campo di moto. Onde periodiche lineari su fondali lentamente variabili. Frangimento delle onde. Moto ondoso reale: concetti e nozioni di base. Analisi statistiche climatiche ed estreme di moto ondoso. LIVELLO DEL MARE. Marea astronomica. Storm surge. Subsidenza. IDRODINAMICA DEI LITORALI. Le variazioni del livello medio indotte dalle onde (wave set-down, wave set –up). Risalita del moto ondoso sulle spiagge (wave run-up). Correnti litoranee longitudinali (longshore), trasversali (rip) e di ritorno (undertow). TRASPORTO DEI SEDIMENTI. Trasporto longitudinale ed equilibrio trasversale della spiaggia. ELEMENTI DI MORFOLOGIA COSTIERA. Le spiagge. Le dimensioni dei sedimenti. Profilo trasversale della spiaggia. Profilo di equilibrio. Profondità di chiusura. Unità fisiografica. Bilancio dei sedimenti. <u>GLI INTERVENTI DI PROTEZIONE.</u> SISTEMI DI PROTEZIONE IN RELAZIONE AI PROCESSI. TEMPO DI VITA DELL'OPERA E SCELTA DELLO STATO DI MARE CONVENZIONALE DI PROGETTO. OPERA A GETTATA: progettazione funzionale e strutturale di difese parallele - radenti e foranee – e trasversali (pennelli), emerse e sommerse. INTERVENTI DI RIPASCIMENTO: modalità realizzative, volumi iniziali e di reintegro, vita dell'intervento, opere sussidiarie di contenimento.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti e copie di lucidi distribuiti a lezione; P. Boccotti – <i>Idraulica marittima</i> , UTET; R.G. Dean & R.A. Dalrymple - <i>Water wave mechanics for engineers and scientists</i> , Adv. Series on Ocean Engineering – vol. 2, World Scientific; J.W. Kamphuis - <i>Introduction to coastal engineering and management</i> , Adv. Series on Ocean Engineering – vol. 16, World Scientific; <i>Coastal Engineering Manual Outline</i> , USACE, 2006: <a href="http://chl.erdc.usace.army.mil/cemtoc">http://chl.erdc.usace.army.mil/cemtoc</a> U.S. Army Corps of Engineers (1984) - <i>Shore Protection Manual</i> , Dept. of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center.	
<b>Modalità di esame:</b> Esame orale con discussione degli elaborati prodotti.	

<b>Insegnamento:</b> Sicurezza e Protezione Ambientale nell'Industria di Processo	
<b>Modulo:</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/27
<b>Ore di lezione:</b> 54	<b>Ore di esercitazione:</b> 18
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire allo studente le conoscenze relative agli aspetti di sicurezza connessi allo stoccaggio, al trasporto e alle trasformazioni di sostanze pericolose (instabili, infiammabili, tossiche) e ai processi di rimozione chimica avanzata di inquinanti tossici da correnti liquide refrattarie ai trattamenti convenzionali. Fornire altresì le conoscenze relative alle relazioni tra struttura e reattività delle sostanze chimiche, alle leggi cinetiche e ai processi di rimozione chimica avanzata di inquinanti tossici da correnti liquide refrattarie ai trattamenti convenzionali.	
<b>Contenuti:</b> Tipologie incidentali nell'industria chimica e di processo. Stabilità termica delle sostanze ed esplosione termica. Sicurezza	

di reattori chimici. Incendi ed esplosioni. Sorgenti di ignizione; autoignizione, energie minime di innesco. Stima dei danni dovuti ad incendi ed esplosioni. Tossicologia e igiene industriale: identificazione, valutazione e controllo dell'esposizione ad agenti tossici nei luoghi di lavoro. Procedure per la prevenzione di incendi ed esplosioni/protezione dalle esplosioni. Identificazione dei pericoli ed analisi del rischio (Hazop, albero degli eventi, albero dei guasti).	
<b>Docenti:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> D.A. Crowl and J.F. Louvar, <i>Chemical Process safety: Fundamentals with Applications</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall PTR; Slides e appunti delle lezioni forniti dal docente	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Sistemi Informativi Territoriali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/20
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 32
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Conoscenza della progettazione e dell'implementazione dei sistemi informativi territoriali per l'analisi del territorio e conoscenza delle relative tecniche di analisi territoriale	
<b>Contenuti:</b> Elementi di analisi territoriale: fonti di analisi, parametri di lettura, indici e indicatori, tecniche di analisi statistiche e matriciali. Introduzione ai Sistemi Informativi Territoriali: Dati spaziali e dati geografici, Dati alfanumerici, Componenti e funzionalità di un SIT. Elementi di Geodesia e cartografia: Geodesia; La rete Geodetica Italiana; Geoide, Ellissoide, Datum; Principali ellissoidi di riferimento; Proiezioni cartografiche; La cartografia IGM e CTR; La Cartografia numerica; Il modello Raster e il modello Vettoriale; Georeferenziazione. Topologia: Le primitive geometriche; Il modello arco-nodo; Le tabelle degli archi dei nodi e dei poligoni; I modelli topologici. Basi di Dati: Tipologie di dati; tipologie di Database; DBMS; Database gerarchici e relazionali; Geodatabase; Metadati; Qualità del dato. Analisi spaziale: Query; Aggregazioni; Creazione di buffers; Sovrapposizioni; Interpolazione spaziale e Map Algebra. Modelli digitali del terreno: TIN e GRID; Modalità di acquisizione e tipologia dei dati per la costruzione di un DTM; Livelli di precisione dei DTM; Parametri di modellazione; Analisi tridimensionali (Aspect, Hillshade e Slope). Geostatistica e modellazione di fenomeni territoriali.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni in laboratorio multimediale	
<b>Materiale didattico:</b> Teti M.A. <i>Sistemi Informativi Geografici. Manuale e casi di studio città e territori</i> , Franco Angeli, 2004 <i>L'evoluzione della geografia</i> MondoGIS 2004 Biallo G., <i>Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici</i> MondoGIS, 2004 Dainelli N., Bonechi F., Spagnolo M., Canessa A., <i>Cartografia numerica</i> , Dario Flaccovio Editore, 2008	
<b>Modalità di esame:</b> Prove applicative in itinere e/o esercizio finale; colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Smart and electric mobility		
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/05	
<b>Ore di lezione:</b> 36	<b>Ore di esercitazione:</b> 8	<b>Ore di laboratorio:</b> 28
<b>Anno di corso:</b> I ANNO		
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire conoscenze e strumenti operativi per l'analisi, la progettazione funzionale e la valutazione degli impatti della mobilità elettrica e dei nuovi servizi di mobilità condivisa in ambito urbano.		
<b>Lezioni ed esercitazioni</b>  <i>Mobilità sostenibile:</i> Gli obiettivi nel quadro internazionale. Dalla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici allo EU Green Deal. Elettificazione e sostenibilità nei diversi modi di trasporto. Scenari e trend futuri. Normative antinquinamento. Test dei veicoli su banco a rulli. Cicli NEDC e WLTP.  <i>Well-to-Tank e Tank-to-Wheel (WTW) analysis:</i> Principi. Rendimenti energetici. Raffinazione del petrolio. Produzione di energia elettrica. Modello GREET®. Confronto tra veicoli con motore a combustione interna e veicoli con motore elettrico. Confronto tra WTW e Life Cycle Assessment.  <i>Powertrains di veicoli elettrici e componenti:</i> Propulsione convenzionale. Organi di trasmissione. Dalla curva caratteristica del motore alla caratteristica meccanica di trazione. Propulsione elettrica. Richiami di elettromagnetismo e macchine elettriche. Propulsione ibrida, schemi e gradi di ibridizzazione. Sistemi di stoccaggio		

e elettronica di energia.

**Rete elettrica ed infrastruttura di ricarica:** Produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Mix energetico italiano. Liberalizzazione del mercato elettrico. Sistemi di ricarica dei veicoli. Caratteristiche, classificazione, connettori, modi di ricarica, normativa di riferimento). Dimensionamento infrastruttura di ricarica. Smart grids.

**Modelli di consumo energetico:** Richiami di cinematica del veicolo isolato e di dinamica (sistema ruota-strada, aderenza e resistenze all'avanzamento del veicolo, equazione della trazione, integrazione numerica). Modelli di consumo power-based e component-based. Analisi sui cicli di guida NEDC e WLTC.

**Servizi di mobilità elettrica e smart mobility in ambito urbano.** Last-mile mobility. Mobility-as-a-Service (MaaS). Automated mobility. Scenari futuri. Tipologie di servizio (car-sharing, bike sharing, micro-mobility, ride-hailing, ride-sharing e car-pooling). Business models. Valore del servizio. Strategie di crescita (network effects).

**Vehicle-sharing.** Car-sharing: storia, inquadramento nella mobilità urbana, business models (free-floating, station-based, etc.), impatto sulla proprietà e uso del veicolo privato, stima della soglia di convenienza per l'adozione del servizio, scenario attuale e trend futuri, segmenti di mercato e comportamenti. Bike-sharing e scooter-sharing: caratteristiche dei veicoli, normativa, business models, scenario attuale e trend futuri.

**Ride-hailing, Ride-sharing e Car-pooling.** Tecnologie abilitanti. Evoluzione dei servizi, dal ride-sharing al ride-hailing. Business models. Ride-hailing: surge pricing e confronto con taxi convenzionali. Ride-sharing: dal car-pooling aziendale al social ride-sharing.

**Integrazione dei servizi nel sistema della mobilità urbana.** Strategie di gestione della domanda: cenni ed esempi applicativi su tecniche di congestion pricing, road pricing, smart parking, integrated ticketing. Accessibilità del trasporto: definizione, misure e modelli di accessibilità a supporto del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile.

#### Laboratorio

**Calcolo dei consumi energetici di un e-Bus in esercizio su linea in sede riservata e promiscua.** Acquisizione dati della linea (profilo plano-altimetrico, velocità di esercizio con e senza traffico) tramite geocoding e directions API (Mapbox, Google). Acquisizione delle caratteristiche del veicolo, confronto dati da scheda tecnica e da sperimentazioni sul campo. Simulazione dei consumi energetici e SOC con modello power-based. Analisi di sensitività dei consumi energetici al variare dei parametri del modello. Progettazione di strategie di eco-driving in simulazione.

**Acquisizione e analisi dei dati di esercizio di un servizio di free-floating car-sharing.** Cenni di Network Programming (protocolli HTTP e HTTPS. client e server, richieste GET e POST, headers, cookies). Acquisizione dati in tempo reale dal server. Analisi degli spostamenti individuali dei veicoli di car-sharing. Analisi dei consumi energetici dai dati, e stima da modello (power-based). Analisi dei dati (percordanze, tempi di viaggio, frequenze di ricarica, pattern di mobilità). Analisi dei dati su rete. Zonizzazione e stima delle variabili del business model (prenotazioni per zona, flussi OD).

**Algoritmo per l'esercizio di flotte di veicoli condivisi.** Algoritmi di minimo percorso (Dijkstra, k-shortest paths). Algoritmo di re-balancing. Algoritmo di ride-sharing. Implementazione algoritmi. Problema di ottimizzazione.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** II SEMESTRE

**Prerequisiti / Propedeuticità:** nessuno/nessuna

**Metodo didattico:** Lezioni, esercitazioni e laboratorio

**Materiale didattico:**

*Dispense*

*Testi consigliati:*

*Macchine elettriche: Verolino, 2019. Elementi di macchine elettriche. Edises*

*Modelli di domanda di trasporto: Cascetta, 2009. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. Springer*

*Cinematica del veicolo isolato, Equazione della dinamica: Torrieri, 2007. Tecnica ed economia dei trasporti. Manuale introduttivo all'ingegneria dei trasporti. Edizioni Scientifiche Italiane*

*Matlab: Palm, 2011. Matlab. Un'introduzione per gli ingegneri. McGraw-Hill Education:*

**Modalità di esame:** Colloquio orale

**Insegnamento:** Smart Resilient and Sustainable City

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 9

**SSD:** ICAR/20

**Ore di lezione:** 50

**Ore di esercitazione:** 22

<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo formativo dell'insegnamento è il trasferimento agli studenti di approcci, metodi, tecniche, strumenti, best e bad practices, orientati a conoscere il sistema urbano nella sua complessità e a governare le sue trasformazioni al fine di migliorarne i livelli di <b>organizzazione</b> , di incrementarne i livelli di <b>resilienza</b> , mitigarne gli impatti dei fenomeni naturali, tecnologici, sociali, economici, ecc.- che possono verificarsi e adattare i suoi spazi alle nuove necessità, in un'ottica di sostenibilità ambientale	
<b>Contenuti:</b> L'insegnamento, nella parte teorica, si articola in otto argomenti principali: <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>La conoscenza del fenomeno urbano e territoriale:</b> Modelli di approccio; Città e territorio come sistemi caotici e dinamicamente complessi; La città come sistema prestazionale.</li> <li>– <b>Le nuove sfide</b> che i sistemi urbani sono chiamati ad affrontare nel prossimo futuro: Mitigazione e adattamento degli effetti del cambiamento climatico; Ottimizzazione del consumo di suolo; Riduzione dei consumi energetici; Riduzione delle emissioni inquinanti; Globalizzazione e fase economica recessiva; Flussi migratori da paesi in fase di sviluppo; Invecchiamento della popolazione.</li> <li>– <b>Smartness e sostenibilità urbana:</b> nuove tecnologie ed efficienza organizzativa delle invarianti–comunicazioni, mobilità, partecipazione sociale, efficienza energetica, qualità della vita-; lo sviluppo sostenibile come patto intergenerazionale.</li> <li>– <b>Resilienza e vulnerabilità urbana:</b> Concetto di resilienza urbana; Tipologie di rischio; Componenti del rischio (pericolosità, esposizione, vulnerabilità); Organizzazione urbana e vulnerabilità.</li> <li>– <b>Dalla pianificazione al governo dei sistemi complessi:</b> Pianificazione dei sistemi urbani e territoriali; Governo delle trasformazioni urbane; Ciclo di governo delle trasformazioni urbane.</li> <li>– <b>Metodi, tecniche e procedure per il governo delle trasformazioni urbane:</b> Metodi, tecniche e procedure per la conoscenza del sistema urbano e territoriale; Tecniche di interpretazione e modellizzazione del sistema urbano e territoriale; Tecniche e procedure di previsione dell'evoluzione del sistema.</li> <li>– <b>Strumenti per il governo dello sviluppo urbano sostenibile:</b> Strumenti per il governo delle trasformazioni urbane; Strumenti di supporto alle decisioni; Messa a punto di strumenti di supporto alle decisioni per il governo delle trasformazioni urbane sostenibili.</li> <li>– <b>Esempi di best practices per città smart, sostenibili e resilienti</b></li> </ul> Accanto alle lezioni teoriche, l'insegnamento prevede un ciclo di esercitazioni volto a implementare, su un'area di studio, metodi, interventi e azioni orientati a rendere una città smart e a incrementarne i livelli di resilienza, in un'ottica di sostenibilità ambientale.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> L'insegnamento si articola in due fasi integrate: la fase teorica articolata in lezioni frontali e la fase esercitativa in cui gli studenti, organizzati in gruppi, producono elaborati grafici in aula.	
<b>Materiale didattico:</b> Slide disponibili sul sito del docente	
<b>Modalità di esame:</b> Verifica finale con colloquio orale ed esposizione del prodotto dell'esercitazione	

<b>Insegnamento:</b> Stabilità dei pendii e sicurezza del territorio	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/07
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Trasferire agli allievi le conoscenze necessarie per operare nel campo della stabilità dei pendii (in rocce sciolte e lapidee) e della stabilità delle aree costruite, in cui siano temuti dissesti del sottosuolo capaci di compromettere la stabilità delle costruzioni.	
<b>Contenuti:</b> <i>Lezioni.</i> Caratterizzazione meccanica dei terreni sciolti. Caratterizzazione meccanica delle rocce lapidee. Modellazione geomeccanica di ammassi di rocce fratturate: discontinuità e relativi criteri di resistenza. Indagini e monitoraggio di grandezze rilevanti nella stabilità dei pendii. Cause delle frane, interpretazione meccanica. Analisi della filtrazione nei pendii. Analisi di stabilità 2D e 3D. Metodi dell'equilibrio limite: pendio indefinito, cunei, metodi delle strisce: equazioni di equilibrio ed incognite. Resistenza operativa in frane di primo distacco e riattivate. Metodi delle tensioni (analisi FEM). Condizioni di drenaggio a rottura in relazione alle cause della frana. Pendii artificiali: fronti di scavo, trincee stradali, miniere (cenni), scavi in frana, rilevati, rilevati su corpi di frana, cenni alle costruzioni di terra (argini di terra, dighe zonate). Classificazione delle frane (Varnes, 78). Velocità e danni attesi: scala di Varnes. Interazione fra infrastrutture e corpi di frana. Danni possibili, misure di protezione. Rischio di frana e mitigazione: previsione, prevenzione, emergenza. Principi di funzionamento degli interventi attivi: rimodellamento, drenaggi superficiali e profondi, palificate, chiodi e tiranti, reti di contenimento in aderenza al versante. Principi di funzionamento degli interventi passivi: vasche di raccolta di colate di fango, barriere paramassi. Progetto di trincee ed aste drenanti. Progetto di pali sotto azioni orizzontali (teoria di Broms).	

Stabilità delle aree costruite; dissesti possibili: crolli di cavità sotterranee, subsidenza di grandi aree, cedimenti dei terreni di fondazione per perdite di acquedotti e fognature, liquefazione. Misure di protezione. <i>Laboratorio di progettazione.</i> Stabilizzazione di un sito in frana (indagine sui terreni, caratterizzazione meccanica, analisi della stabilità, progetto dell'intervento di stabilizzazione). <i>Cantiere didattico:</i> visite tecniche a cantieri.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> G. Urciuoli. Appunti del corso (disponibili sul sito web-docente) N. Nocilla, G. Urciuoli. Stabilità dei pendii in roccia. Hevelius Editore, Benevento, 1997 A. Desideri, S. Miliziano, S. Rampello. Drenaggi a gravità per la stabilizzazione dei pendii. Hevelius Editore, Benevento, 1997 C. Airò Farulla. I metodi dell'equilibrio limite. Hevelius Editore, Benevento 2001 L. Picarelli. Meccanismi di deformazione e rottura dei pendii. Hevelius Editore, Benevento, 2000	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale e discussione dell'elaborato progettuale svolto durante le esercitazioni.	

<b>Insegnamento:</b> Trattamento e Valorizzazione delle Acque Reflue	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 45	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli allievi gli strumenti per la progettazione degli impianti di trattamento delle acque reflue. Per ciascuna tecnica all'uopo utilizzata vengono: illustrati i principi su cui essa si fonda; esaminate le configurazioni impiantistiche; definite le metodologie di verifica e dimensionamento. Parte rilevante del corso viene rivolta alle esercitazioni, che riguardano l'elaborazione, numerica e grafica, del progetto di un impianto di depurazione.	
<b>Contenuti:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caratterizzazione quali-quantitativa delle acque reflue urbane e industriali.</li> <li>▪ Normativa sugli scarichi idrici e sul riutilizzo delle acque reflue.</li> <li>▪ Riutilizzo delle acque Reflue in Agricoltura e nell'Industria.</li> <li>▪ Trattamenti fisici delle acque reflue: grigliatura, rototrituratura, dissabbiamento, disoleatura, flottazione, sedimentazione.</li> <li>▪ Trattamenti chimici delle acque reflue: coagulazione e flocculazione; disinfezione, precipitazione, ossidazione;</li> <li>▪ Trattamenti biologici delle acque reflue: cinetiche di crescita dei microrganismi e di consumo dei substrati, fattori che influenzano i processi biologici, sistemi a colture adese, sistemi a colture sospese, sistemi aerobici e anaerobici, applicazione alla rimozione della sostanza organica e di composti dell'azoto, del fosforo e dello zolfo.</li> <li>▪ Sistemi di depurazione biologica innovativi (reattori biologici a membrana, biofiltri, reattori biologici a letto fisso e mobile).</li> <li>▪ Trattamenti di affinamento delle acque reflue:</li> <li>▪ Trattamenti del fango di depurazione: ispessimento, stabilizzazione chimica, digestione, condizionamento e disidratazione, essiccamento, incenerimento.</li> <li>▪ Tecniche di minimizzazione della produzione di fanghi.</li> <li>▪ Valorizzazione energetica dei fanghi.</li> <li>▪ Profilo idraulico degli impianti di trattamento delle acque.</li> <li>▪ Recupero di materia e di energia dalle acque reflue.</li> </ul>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> - I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti e slides delle lezioni; L. Bonomo (2008). <i>Trattamenti delle Acque Reflue</i> , Mc-Graw-Hill; Metcalf & Eddy (2003). <i>Wastewater Engineering – Treatment and Reuse</i> , Mc-Graw-Hill.	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale, con discussione degli elaborati progettuali	

**Attività formative del Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

**Parte 2 - Insegnamenti a scelta autonoma  
(Tabella II dell'Allegato I)**

<b>Insegnamento:</b> Bonifica dei siti contaminati	
<b>Modulo:</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Si analizzano le problematiche associate alla presenza di contaminanti all'interno di matrici solide, e si individuano le tecniche di intervento più adeguate per il risanamento dei siti inquinati.	
<b>Contenuti:</b> Caratterizzazione di sedimenti e suoli contaminati. Tipi di contaminanti. Indagini, Piano di caratterizzazione, analisi di rischio e tecniche di bonifica. Trattamenti in situ ed ex situ. Tecnologie di incapsulamento. Landfarming e Biopile. Air-sparging. Bioventing. Fitodepurazione. Sistemi di lavaggio ed estrazione. Trattamenti termici.	
<b>Docenti:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Slides del corso ed altri appunti distribuiti dal docente; L. Bonomo - Bonifica dei Siti Contaminati (McGraw-Hill).	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta e colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Consolidamento dei terreni e delle rocce	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR 07
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso ha lo scopo di illustrare allo studente il corretto approccio all'uso delle tecniche di consolidamento dei terreni e delle rocce. In particolare, si descrivono le principali tecniche di rinforzo e miglioramento dei terreni, fornendo allo studente informazioni sia sui principi di funzionamento sia sui processi tecnologici coinvolti, associando sopralluoghi in cantiere alle lezioni teoriche. Contemporaneamente, si forniscono i criteri di progettazione degli interventi con riferimento ad alcune delle applicazioni più tipiche.	
<b>Contenuti:</b> Cenni di meccanica degli ammassi rocciosi fratturati. Cenni al comportamento meccanico dei materiali piroclastici tipici del sottosuolo napoletano: il tufo e la pozzolana. Possibili obiettivi del consolidamento dei terreni e delle rocce. <b>TECNICHE DI MIGLIORAMENTO:</b> Tecniche per permeazione di terreni e ammassi rocciosi: soluzioni, sospensioni ed emulsioni. Fluidi newtoniani e fluidi alla Bingham. Criteri di iniettabilità per terreni e rocce. Tempo di spostamento nullo, di gelificazione, di reazione. Moto di filtrazione nei terreni: fronte cilindrico e fronte sferico. Moto di filtrazione nelle discontinuità delle rocce: flusso laminare e flusso turbolento. Indagini di verifica. Tecniche per dislocazione del terreno: JET GROUTING. Definizione dei parametri di trattamento e delle variabili energetiche di riferimento. Efficacia (diametro medio, proprietà meccaniche ed idrauliche). Difetti (diametro e posizione colonna). Evidenze e interpretazione statistica. Campi prova. DEEP MIXING. SVILUPPI TECNOLOGICI NELLE TECNICHE PER DISLOCAZIONE E NUOVI BREVETTI. <b>VIBROCOMPATTAZIONE:</b> principi di funzionamento, criteri di scelta della frequenza e dell'ampiezza di vibrazione, verifica dell'efficacia. <b>COMPATTAZIONE DINAMICA:</b> energia di trattamento e profondità efficace. <b>STABILIZZAZIONE A CALCE.</b> <b>COMPACTION GROUTING.</b> Il congelamento di terreni e ammassi rocciosi: descrizione delle tecniche. Proprietà termiche e fisiche dei terreni e delle rocce congelati. Cenni ai processi di conduzione in un mezzo poroso con passaggio di fase. Metodi di dimensionamento del diametro medio della singola colonna. <b>TECNICHE DI RINFORZO: CHIODATURA DEI TERRENI (SOIL NAILING).</b> Descrizione delle tecniche. Effetti dell'installazione sullo stato tensionale intorno del chiodo. Verifiche globali e locali. Metodi di progetto di scavi con chiodi. Verifica del paramento. <b>TERRE RINFORZATE:</b> rinforzi puntuali e rinforzi planari. Procedura costruttiva e componenti. Analisi del comportamento di interfaccia. Criteri di compatibilità tra il rinforzo ed il terreno di riempimento. Comportamento meccanico dei rinforzi polimerici. Verifiche globali e locali. Metodi di progetto semplificati. <b>TERRENI CON FIBRE DI RINFORZO DIFFUSE:</b> tecnica e principi di funzionamento. Evidenze sperimentali ed interpretazione meccanica dell'effetto di fibre di varia grandezza in terreni di diversa natura. <b>CHIODATURA DELLE ROCCE:</b> Dominio di resistenza del chiodo. Valutazione del contributo resistente a taglio. Dimensionamento della lunghezza di ancoraggio e della rete. <b>FILE DI PALI DISCONTINUI IN UN PENDIO INDEFINITO INSTABILE:</b> principio di funzionamento e metodi di progetto. <b>MODIFICHE DEL REGIME IDRAULICO: POZZI E TRINCEE.</b> Drenaggio per gravità e con pompe. Soluzioni per acquifero confinato o non confinato, con trincee o pozzi multipli e diverse disposizioni e condizioni di alimentazione. Stima della portata filtrante e degli effetti nel terreno. <b>TRINCEE DRENANTI</b> per la stabilizzazione di un pendio. <b>ESERCITAZIONI:</b> Interventi di consolidamento di una galleria superficiale in terreni sciolti: cenni agli effetti dello scavo di una galleria superficiale. Evidenze sperimentali. Preconsolidamento del cavo e del fronte. Interventi di consolidamento nell'intorno di uno scavo a cielo aperto sotto falda: cenni agli effetti dello scavo e della realizzazione delle opere di sostegno. Evidenze sperimentali. Interventi per la mitigazione di questi effetti. Impermeabilizzazione del fondo. Intervento con pozzi o pompe per l'abbattimento della falda. Progetto di uno scavo sostenuto con soil nailing. Progetto di file di pali discontinui per la stabilizzazione di un pendio in frana.	

<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: II SEMESTRE</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, laboratorio, visite tecniche, seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> Slides del corso; Appunti delle lezioni forniti dal docente; Clayton, Milititsky Woods: La spinta delle terre e le opere di sostegno, Hevelius Ed.; Croce, Flora e Modoni: Jet Grouting, Hevelius Ed.; Hausmann: Engineering principles of ground modification, McGraw-Hill Ed	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio con domande di teoria e discussione degli elaborati redatti nel corso delle esercitazioni	

<b>Insegnamento:</b> Contaminanti emergenti e trattamenti avanzati	
<b>Modulo:</b>	
<b>CFU: 9</b>	<b>SSD: ING-IND/27</b>
<b>Ore di lezione: 50</b>	<b>Ore di esercitazione: 22</b>
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire allo studente le conoscenze relative alle relazioni tra struttura e reattività delle sostanze chimiche, alle leggi cinetiche e ai processi di rimozione chimica avanzata di inquinanti tossici da correnti liquide refrattarie ai trattamenti convenzionali.	
<b>Contenuti:</b> <u>Cinetica:</u> Equazioni di velocità per sistemi in regime chimico. Energia di attivazione. Legge di Arrhenius. Costante cinetica. Ordine di reazione. Tempo di dimezzamento. Reazioni di ordine zero, primo e secondo. Metodo differenziale. Metodo Integrale. Reazioni in serie e in parallelo. Ipotesi di stato stazionario. Catalisi. Cinetiche catalitiche omogenee ed eterogenee <u>Struttura e reattività delle molecole organiche:</u> Nomenclatura dei principali composti organici. Ibridazione del carbonio. Acidità-basicità in chimica organica; effetti induttivi e coniugativi. Idrocarburi saturi lineari, ramificati e ciclici. Alcani, alcheni e alchini. Isomeria. Aldeidi e Chetoni. Concetto di risonanza. Acidi carbossilici. Derivati degli acidi carbossilici: esteri, ammidi, <u>Processi di rimozione avanzata per il trattamento di effluenti liquidi:</u> Generalità sui reflui nell'industria di processo, reflui refrattari ai trattamenti biologici. Generalità sui processi di ossidazione avanzata per il trattamento di reflui liquidi, meccanismi e cinetiche: Ozonizzazione diretta e promossa da ossidi metallici, da radiazioni UV e/o da perossido di idrogeno; Fotolisi del perossido di idrogeno; Processi Fenton, foto-Fenton e mineral-catalysed-Fenton; Fotocatalisi;Wet oxidation. Processi integrati chimico-biologici. Esempi applicativi.	
<b>Docenti:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: II SEMESTRE</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> T. W. Graham Solomons, <i>Chimica organica</i> , 2 <sup>a</sup> ed. Bologna, Zanichelli, 2001. Durante il corso i docenti forniranno copie di lucidi e appunti delle lezioni.	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Ecologia e Laboratorio	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 10</b>	<b>SSD: BIO/07</b>
<b>Ore di lezione: 52</b>	<b>Ore di esercitazione: 30</b>
<b>Anno di corso:</b> II ANNO - II SEMESTRE	
<b>Obiettivi formativi:</b> Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere problemi concernenti l'ambiente e/o conseguire competenze applicative utili per affrontare problematiche ecologico-ambientali. Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente le conoscenze ecologiche e a favorire la capacità di utilizzare appieno gli strumenti metodologici per l'analisi di dati ecologici relativi ai diversi ecosistemi.	
<b>Contenuti:</b> Definizioni. I livelli di organizzazione ecologica; struttura e funzione di un ecosistema; concetti di nicchia ecologica ed habitat. I processi ecosistemici: produzione primaria lorda e netta, chemosintesi, relazioni tra produzione e biomassa, decomposizione, respirazione, fermentazione. I fattori ecologici: risorse e condizioni. Fattori limitanti. Ambito di tolleranza e valenza ecologica Organismi euri e steno. Cicli biogeochimici: cicli gassosi e sedimentari. Ciclo del carbonio, dell'acqua, dell'azoto, dello zolfo, del fosforo (2 CFU). Luce: radiazione fotosinteticamente attiva (PAR); penetrazione della luce in ambiente terrestre e acquatico; acclimatazione alla luce; relazione irradianza e fotosintesi; fotosintesi C3, C4 e CAM; fotoperiodo; attività di laboratorio connesse. Temperatura: effetto su organismi; organismi endo ed ectotermi. Acqua:	



bilancio idrico nelle piante e negli animali; relazioni acqua-suolo-pianta-atmosfera; efficienza di uso dell'acqua; osmoregolazione; adattamento alla salinità. Fuoco: effetti su organismi e sull'ecosistema. Clima: fattori e determinanti; diagrammi climatici; biomi. Catene alimentari e reti trofiche; livelli trofici; flusso di energia e ciclo della materia nell'ecosistema; efficienze ecologiche; piramidi ecologiche; biomagnificazione. Ecologia di popolazioni: distribuzione spaziale, piramidi di età; dinamica di popolazione; curve di crescita. Meccanismi di regolazione delle popolazioni: r e K strategia. Interazioni ecologiche: competizione, predazione, erbivoria, parassitismo, allelopatia, commensalismo, simbiosi facoltativa ed obbligatoria. Suolo: pedogenesi; sistema trifasico; proprietà fisico-chimiche e biologiche del suolo; il biota del suolo; attività di laboratorio connesse. Comunità: composizione e ricchezza in specie. Concetti di diversità e dominanza. Indici biotici di diversità. Ecotono ed effetto margine. Successioni ecologiche: successioni autogene e allogene, primarie, secondarie e cicliche. Stadi serali e climax.

**Docente:**

**Codice:** **Semestre: I SEMESTRE**

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Nessuna

**Metodo didattico:** Lezioni ed esercitazioni

**Materiale didattico:**

Materiale multimediale a cura del docente;

Testi: Cain, Bowman, Hacker – Ecologia – Piccin Nuova Libreria; Smith and Smith - Elementi di ecologia – Pearson; Bullini, Pignatti, Virzo De Santo- Ecologia generale – UTET; Odum e Barrett – Fondamenti di Ecologia.

**Modalità di esame:** Esame orale

**Insegnamento:** Economia e Organizzazione Aziendale I

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 9 **SSD:** ING-IND/35

**Ore di lezione:** 57 **Ore di esercitazione:** 15

**Anno di corso:**

**Obiettivi formativi:** Fornire i concetti e i modelli fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al comportamento degli attori economici con riferimento ai sistemi micro e macroeconomici. Fornire le conoscenze di base per l'analisi delle decisioni aziendali operative e strategiche a partire dai dati sui costi e ricavi d'impresa. Fornire le conoscenze di base sulla gestione e progettazione delle organizzazioni, sia di tipo profit che no-profit.

**Contenuti:** PARTE I: Microeconomia: Definizione di economia, principio della scarsità, razionalità dell'attore economico, problemi della microeconomia. Il mercato, l'economia di mercato, il mercato come meccanismo di coordinamento dell'azione collettiva. Curva di domanda, curva di offerta, equilibrio, efficienza economica, elasticità della domanda al prezzo. Elasticità e spesa. Utilità e utilità marginale. Curve di indifferenza e allocazione della spesa tra due beni. Domanda individuale e domanda di mercato. Il surplus del consumatore. Tecnologia e funzione di produzione. Costi, ricavi, profitti. Classificazione dei costi. Profitto contabile e profitto economico. La massimizzazione del profitto. Le forme di mercato e l'equilibrio di mercato. Modelli decisionali per la gestione: analisi di break-even e valutazione degli investimenti. PARTE II: Macroeconomia: Problematiche macroeconomiche. Il sistema/ciclo macroeconomico. Misurare l'attività economica: PIL, Reddito nazionale e disoccupazione. Livello dei Prezzi e Inflazione. La moneta, i prezzi e la BCE. La politica economica. Il modello IS-LM. Bilancia dei pagamenti e tassi di cambio (cenni) PARTE III: Introduzione all'impresa: Definizione di impresa, azienda e organizzazione. Cenni alle forme giuridiche di azienda. Il rapporto impresa/ambiente e la creazione di valore. Analisi e la progettazione delle organizzazioni. Le variabili della progettazione organizzativa.

**Docente:**

**Codice:** **Semestre: II SEMESTRE**

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Nessuna

**Metodo didattico:** Didattica frontale ed esercitazioni.

**Materiale didattico:**

Sloman J., Garrat D. (2011) "Elementi di Economia". Il Mulino Ed. Frank

R.F., Bernanke D.S., McDowell M., Thom R., Pastine I. (2013). "Principi di Economia". McGraw Hill Ed. (IV Edizione).

Varian H.R. (2011). "Microeconomia". Cafoscarina Ed. (VII Edizione).

Blanchard O. (2009). "Macroeconomia". Il Mulino Ed. (V Edizione)

Materiali disponibili nell'area download del sito dei docenti.

**Modalità di esame:** Prova scritta e colloquio orale

**Insegnamento:** Tecnologie Avanzate

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 9 **SSD:** ING-IND/10

**Ore di lezione:** 60 **Ore di esercitazione:** 12

**Anno di corso:**

**Obiettivi formativi:** Il corso intende fornire agli allievi le competenze necessarie per operare nel settore delle tecnologie per l'uso razionale ed ecocompatibile delle risorse energetiche convenzionali e rinnovabili (energy management), con riferimento ad aspetti sia tecnicoingegneristici che normativi ed economico-finanziari. Lo studente deve acquisire conoscenze e capacità di comprensione in merito a: i) previsione e analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e

industriali; ii) misura e analisi delle prestazioni di sistemi energetici; iii) tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica; iv) ingegneria delle fonti rinnovabili di energia.

**Contenuti:** 1) *Introduzione* - Classificazione, disponibilità ed impatto ambientale delle fonti energetiche; politiche per il contrasto ai cambiamenti climatici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica. 2) *Quadro normativo e tariffario* - Introduzione ai mercati dell'energia elettrica, del gas naturale e dell'efficienza energetica: struttura del mercato, componenti delle tariffe, esempi di calcolo e verifica delle fatture; cenni ai mercati dell'efficienza energetica e dei permessi di emissione; cenni alle normative per l'incentivazione dell'efficienza energetica, lo sviluppo della cogenerazione e delle fonti rinnovabili e ad altri strumenti operativi a supporto dell'efficienza energetica. 3) *Efficienza energetica negli usi finali* - Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di sistemi, tecnologie e interventi per l'efficienza energetica: coibentazioni; caldaie; pompe di calore e macchine frigorifere elettriche e ad assorbimento; evaporatori multi-effetto; ricompressione del vapore; reti di scambiatori di calore per heat integration (con cenni di Pinch Analysis); azionamenti a velocità variabile; motori elettrici ad alta efficienza; sistemi di cogenerazione. 4) *Fonti rinnovabili* - Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di impianti alimentati da fonte rinnovabile: solare termico, fotovoltaico, termodinamico; energia eolica; biomasse e biogas; geotermia; idroelettrico.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** II SEMESTRE

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Nessuna

**Metodo didattico:** Lezioni, svolte principalmente con l'ausilio di presentazioni in power point; esercitazioni numeriche, svolte in parte dal docente (alla lavagna e/o con l'ausilio di software specialistico), in parte dagli allievi, sotto la supervisione del docente.

**Materiale didattico:** Appunti disponibili sul sito docenti. Per approfondimenti: Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Ed. By F. Kreith F. and D. Yogi Goswami, CRC Press - Taylor & Francis Group, 2007; Le energie rinnovabili, A. Bartolazzi, Hoepli, 2010.

**Modalità di esame:** Prova scritta e colloquio orale

**Insegnamento:** Geologia Applicata alla difesa dell'ambiente

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 9

**SSD:** GEO/05

**Ore di lezione:** 50

**Ore di esercitazione:** 22

**Anno di corso:**

**Obiettivi formativi:**

Il Corso si propone di fornire le conoscenze relative alle dinamiche evolutive del territorio (erosione, fenomeni franosi) e alle risorse naturali (risorse idriche sotterranee, geositi, materiali naturali), illustrando gli strumenti per il monitoraggio e la gestione del sistema ambiente.

**Contenuti:**

*Studi, indagini e controlli dei fenomeni franosi*

- Studio dei fenomeni franosi.
- Criteri di controllo e intervento in base alla scala di lavoro.
- L'ingegneria naturalistica.

*Geomorfologia quantitativa*

- Studio dei problemi di erosione.
- Studio dei problemi di desertificazione

*La difesa quali quantitativa delle risorse idriche sotterranee*

- I bilanci idrogeologici e i cambiamenti climatici.
- La vulnerabilità all'inquinamento delle falde.
- Il rischio di inquinamento delle falde

*Aspetti ambientali, naturali e indotti, delle risorse geologiche*

- Studi geologici per la coltivazione delle cave e per le discariche.
- I geositi.
- L'ambiente carsico.
- I Sinkholes.

*Strumenti per la difesa ambientale in campo geologico*

- Il monitoraggio in campo geologico-ambientale.
- Cartografia e Remote Sensing.
- I GIS: valutazione della suscettività a franare e applicazioni in idrogeologia.
- Applicazioni GIS in per valutazione idrogeologia e per la valutazione della suscettività a franare.

*Geologia e Salute*

- Effetti sulla salute umana di alcuni ambienti geologici.

*La legislazione in campo geologico-ambientale*

- I Piani Stralcio per l'assetto idrogeologico.
- I Piani di tutela delle Acque e i Piani di Gestione.
- Esempi e applicazioni in territorio Campano.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** II SEMESTRE

<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Bell F. G.: (2001) <i>Geologia ambientale: teoria e pratica</i> . Zanichelli Ed., Bologna. Pipkin B. W., Trent D. D., Hazlett R.: (2007) <i>Geologia Ambientale</i> . Piccin-Nuova Libreria Canuti P., Crescenti U., Francani V.: (2008) <i>Geologia applicata all'ambiente – Casa Editrice Ambrosiana</i> Dispense scaricabili dal sito del Docente: <a href="http://www.docenti.unina.it">http://www.docenti.unina.it</a>	
<b>Modalità di esame:</b> Valutazione in itinere delle esercitazioni con brevi relazioni scritte (20%), prova scritta con test a risposta aperta (50%), tesina finale su un argomento a scelta dello studente esposta tramite presentazione orale (30%)	

<b>Insegnamento:</b> Idraulica per l'Energia e l'Ambiente	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/01
<b>Ore di lezione:</b> 57	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Si intende far acquisire agli allievi i concetti fondamentali relativi al ruolo dell'Idraulica nell'ambito del nesso acqua-cibo-energia (water energy food nexus). In particolare saranno approfonditi tre aspetti principali: il deflusso nei mezzi porosi, i fenomeni di trasporto di inquinanti nei sistemi naturali, le interazione tra acqua ed energia. Il primo modulo (3 CFU) tratta le leggi del moto nei mezzi porosi saturi e parzialmente saturi, le tecniche di emungimento da falda artesiane e freatica, le prove di emungimento e il concetto di variabilità spaziale. Il secondo modulo (3 CFU) tratta i concetti di advezione, diffusione, dispersione, reazione nei mezzi naturali, le equazioni del trasporto turbolento, l'equazione del trasporto monodimensionale, alcune principali applicazioni. Il terzo modulo (3 CFU) analizza i concetti di potenza idraulica della correnti idrica, degli scambi tra potenza idrica, potenza meccanica e potenza elettrica, di efficienza ed affidabilità, al fine di un gestione integrata della risorsa idrica.	
<b>Contenuti:</b> Primo modulo: Idraulica dei mezzi porosi Definizione e tipologia delle falde, legge di Darcy, macro-porosità e legge di Forchheimer, variabilità spaziale, equazioni indefinite della continuità e del moto, moti a potenziale, emungimento da falda artesiane, emungimento da falda in movimento, prove di emungimento in falda artesiane in moto permanente e in moto vario), emungimento da falda freatica, fenomeno della capillarità, grandezze idrauliche nei mezzi porosi non saturi, equazioni del moto e della continuità nel non saturo, prove idrauliche nel non saturo. Secondo modulo: Fenomeni di trasporto Descrizioni dei principali fenomeni di trasporto in soluzione nei mezzi naturali, processo di advezione, processo di diffusione, processi di reazione, equazioni indefinite di trasporto turbolento, processo di dispersione, equazione del trasporto monodimensionale, fenomeni di trasporto negli alvei naturali larghi, fenomeni di trasporto nelle falde acquifere, diffusione di getti e piume. Terzo modulo: Idro-energetica Potenza idraulica di una corrente idrica, funzionamento idraulico di pompe e turbine, tipologia di pompe e turbine, equazioni di Eulero, similitudine meccanica delle macchine rotanti, equazioni di Navier-Stokes, modelli numerici risolutivi per le macchine rotanti, curve prestazionali di pompe, turbine e pompe inverse, collaudi prestazionali, regolazione delle pompe e delle turbine nelle reti di distribuzione idrica, direttive europee e normative tecniche per la progettazione eco-compatibile delle pompe e dei gruppi di pompaggio	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Dispense del corso Carravetta A., Martino R. - <i>Dispense di Idraulica</i> , Fridericiana Napoli Montuori C. - <i>Complementi di Idraulica</i> , Liguori Napoli	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Ingegneria costiera	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/02
<b>Ore di lezione:</b> 57	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso si propone di introdurre i fondamenti della difesa delle spiagge e di consentire agli studenti un uso consapevole di alcuni software di simulazione dei processi costieri. Il corso è prevalentemente organizzato come un laboratorio progettuale.	
<b>Contenuti:</b> Propagazione delle onde; Correnti litoranee; trasporto solido litoraneo; risposta idraulica e strutturale delle	

strutture costiere.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni frontali	
<b>Materiale didattico:</b> Libri di testo e appunti del corso	
<b>Modalità di esame:</b> Discussione dell'elaborato progettuale	
<b>Insegnamento:</b> Misure e Modelli Idraulici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/01
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende fare acquisire agli allievi i concetti fondamentali delle Misure e dei Modelli Idraulici, approfondendo: i principi di funzionamento dei principali strumenti classici e moderni di misura delle grandezze idrauliche, la teoria degli errori di misura, l'analisi dimensionale, la teoria della similitudine e la modellazione fisica nell'ambito idraulico.	
<b>Contenuti:</b> Caratteristiche degli strumenti di misura: campo di misura, accuratezza, fedeltà, linearità, sensibilità, disturbo al flusso, risoluzione spaziale. Metodologie e strumenti classici di misura delle principali grandezze idrauliche (livelli, pressioni, velocità, portate) in correnti in pressione ed a pelo libero: piezometro, manometro, mulinello, tubo di Pitot, dispositivi a strozzamento, stramazzi, misure di portata tramite rilievi di velocità. Strumenti moderni di misura delle principali grandezze idrauliche in correnti in pressione ed a pelo libero. Misuratori di livello: sensore capacitivo, resistivo, ad ultrasuoni. Misuratori della pressione: cella di pressione resistiva, capacitiva, piezoelettrica. Misuratori della velocità: tubo di Pitot con cella di pressione, anemometro a filo/film caldo a corrente costante, anemometro a filo/film caldo a temperatura costante, misuratore di velocità ad ultrasuoni, anemometro laser-Doppler. Misuratore di portata elettromagnetico. Misuratore di portata ad ultrasuoni. Cenni ai sistemi di telecontrollo applicati agli impianti idrici. Concetti di base dell'analisi dei segnali e risoluzione temporale: applicazione alla cella di pressione resistiva. Teoria degli errori di misura: definizioni di errori sistematici ed errori accidentali; la propagazione degli errori sistematici e degli errori accidentali; considerazioni sull'errore finale; criteri di accettabilità dei dati sperimentali. Analisi dimensionale: teorema di Buckingham o teorema $\Pi$ ; applicazione dell'analisi dimensionale a: correnti in pressione in moto turbolento di fluido incomprimibile, foronomia, correnti a pelo libero in moto permanente turbolento, determinazione dei "numeri classici" dell'Idraulica. Criteri di similitudine e modelli fisici nell'Idraulica: similitudine geometrica, cinematica, dinamica. Similitudine nei processi di foronomia, nel moto di correnti in pressione moto uniforme turbolento, in correnti a pelo libero in moto permanente turbolento. Similitudini di Eulero, di Froude e di Reynolds.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> G. Pulci Doria – Metodologie Moderne di Misure Idrauliche e Idrodinamiche – Ed. CUEN Sandro Longo e Marco Petti – Misure e controlli idraulici – Ed. McGraw-Hill John R. Taylor – Introduzione alla teoria degli errori – Ed. Zanichelli	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Mitigazione dei cambiamenti climatici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso mira a fornire indicazioni sulle cause dei cambiamenti climatici, e a proporre soluzioni tecnologiche e gestionali idonee per mitigarne le conseguenze, e ridurre l'impatto	
<b>Contenuti:</b> Il corso analizza le cause che possono portare ad un incremento delle emissioni di gas serra, esaminando i metodi di stima delle emissioni dalle diverse tipologie di sorgenti, e gli scenari emissivi redatti da diverse organizzazioni scientifiche. Viene inoltre studiato l'effetto dei cambiamenti climatici sui diversi comparti ambientali, fornendo gli strumenti matematici di simulazione che permettono di prevedere gli effetti a scala locale ed a scala globale. Sono quindi presentate le strategie di mitigazione per i diversi settori e in diversi ambiti territoriali, presentando sia le soluzioni basate su tecnologie di cattura, stoccaggio e/o trasformazione dei gas clima alteranti che le soluzioni basate sulla minimizzazione delle emissioni. Infine vengono indicati i diversi strumenti del mercato del Carbonio, ed analizzate le recenti	

normative proposte a livello Comunitario, Nazionale e Regionale.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: II SEMESTRE</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Dispense del corso	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Monitoraggio degli inquinanti nell'ambiente	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING/IND 24
<b>Ore di lezione:</b> 46	<b>Ore di esercitazione:</b> 26
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire le nozioni per la conduzione di operazioni di monitoraggio e lo studio dei fenomeni di trasporto e dispersione degli inquinanti nell'ambiente, in particolare in atmosfera.	
<b>Contenuti:</b> Espressioni della concentrazione nelle diverse fasi e fattori di conversione, legge di stato dei gas ideali. Elementi di analisi strumentale (tempo di mediazione, tempo di campionamento, accuratezza, precisione, limite minimo rilevabile) Tecniche di analisi dei principali inquinanti. Qualità dei dati (teoria degli errori) e elementi di statistica per l'analisi dei dati: modelli di variabili aleatorie (distribuzione normale e lognormale), intervallo di confidenza, test delle ipotesi). Ripartizione degli inquinanti tra fasi: equilibrio chimico, fugacità, coefficienti di ripartizione, isoterme di adsorbimento. Trasporto di materia: legge di Fick, diffusione in stagnante, coefficiente di trasporto di materia, teoria dei due film, equazione di bilancio di materia. Atmosfera: normativa sulla qualità dell'aria, caratteristiche fisiche dell'atmosfera, modelli di dispersione gaussiani, descrizione della turbolenza atmosferica, modelli di dispersione euleriani e lagrangiani, progettazione di reti di monitoraggio. Utilizzo di software di dispersione. Suolo e acque profonde: tecniche di campionamento e di analisi dei principali inquinanti, normativa, elementi di idrogeologia, modelli di dispersione in zona satura ed insatura. Rappresentazione dei dati con utilizzo di software di grafica.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: II SEMESTRE</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti distribuiti a lezione	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale con discussione di elaborato comprendente analisi statistica di dati e studio di dispersione	

<b>Insegnamento:</b> Nuove Strategie di Governo del Territorio	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/20
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> L'obiettivo principale consiste nel fornire agli studenti oltre ad un maggiore approfondimento teorico metodologico inerente alla complessità dei sistemi urbani, anche una specifica conoscenza delle principali tendenze in atto e delle necessarie innovazioni da introdurre nel processo di governo delle trasformazioni urbane e territoriali. Tale finalità, oltre che rafforzare gli obiettivi formativi dell'intero corso di studi, va inquadrata nell'alveo delle prassi e delle sperimentazioni necessarie alla formazione di una figura professionale aggiornata e capace di supportare gli attori decisionali pubblici verso scelte sostenibili in grado di accrescere vivibilità e resilienza della città e del territorio	
<b>Contenuti:</b> Il programma dell'insegnamento, in riferimento anche alla filiera di insegnamenti dell'ICAR/20, ha l'obiettivo di approfondire le tematiche connesse alle sfide urbane del prossimo futuro per le quali le città attuali sono chiamate ad adottare strategie di governo delle trasformazioni sia per rispondere alle nuove esigenze evolutive, demografiche, tecnologiche, sociali e di accessibilità urbana (quali la crescita costante della popolazione urbana, l'invecchiamento accelerato della popolazione, lo sviluppo della Smart City, l'accessibilità universale ai luoghi e servizi urbani, la partecipazione attiva alle decisioni urbane), che per arginare fenomeni che possono minare la qualità e la vivibilità delle città (quali le isole di calore, i consumi energetici, la vulnerabilità ai rischi naturali e antropici, l'inquinamento atmosferico e acustico, le pandemie).	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I SEMESTRE</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Governo delle Trasformazioni Urbane e Territoriali	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Dispense del docente, Diapositive delle lezioni,	

Bibliografia di articoli scientifici fornita dal docente, documenti e direttive europee e sitografia forniti dal docente. Banche dati Open source
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio finale con discussione di un elaborato professionale

<b>Insegnamento:</b> Pianificazione dei sistemi di trasporto	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/05
<b>Ore di lezione:</b> 46	<b>Ore di esercitazione:</b> 26
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Le capacità conseguite dallo studente saranno conformi alle qualifiche definite dalla Comunità Europea. Si prevede che lo studente svilupperà le capacità di apprendimento che sono necessarie per continuare a intraprendere ulteriori studi nel settore dei trasporti, dell'ingegneria civile, dell'ambiente e del territorio con un alto grado di autonomia. Sarà in grado di applicare le conoscenze tecnico-teoriche acquisite, relative alla pianificazione dei sistemi di trasporto, nella pratica professionale. Avrà inoltre la capacità di identificare e analizzare le implicazioni economico-gestionali connesse alla definizione e alla implementazione delle scelte progettuali. Avrà le competenze professionali su metodi e modelli per la formulazione, valutazione e confronto di interventi coordinati e condivisi sul sistema dei trasporti (piani) alle diverse scale territoriali.	
<b>Contenuti:</b> Il corso introduce i principi, le strategie e le metodologie alla base della pianificazione sostenibile di interventi (fisici, organizzativi e gestionali) sul sistema di trasporto dei passeggeri e delle merci. Allo studente viene fornita una nuova visione dell'ingegneria dei sistemi di trasporto intesa non più come finalizzata alla sola realizzazione di nuove infrastrutture ma anche come disciplina volta a soddisfare le attuali esigenze di gestione e manutenzione dei sistemi e delle infrastrutture di trasporto. Inoltre, le tematiche affrontate, aggiornate secondo il recente quadro normativo, e le procedure di pianificazione presentate sono applicabili a qualsiasi tipo di pianificazione di opere di pubblica utilità che siano realizzate da privati o dalla pubblica amministrazione.	
<b>Docente:</b> Francesca Pagliara	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno/a	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni frontali ed esercitazioni sui temi trattati	
<b>Materiale didattico:</b> Carteni, A. (2017); Processi decisionali e Pianificazione dei trasporti, Lulu International. ISBN 978-1-326-46240-6.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Sicurezza dei Cantieri Mobili	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/04
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso è rivolto agli allievi interessati a svolgere la funzione di coordinatore per la sicurezza nelle fasi di progettazione ed esecuzione (CSP-CSE) nel settore delle costruzioni. L'obiettivo del corso è quello di trasmettere al partecipante le conoscenze necessarie per un adeguato svolgimento dell'attività di coordinatore per la sicurezza nelle fasi di progettazione ed esecuzione, con particolare riferimento alle tematiche inerenti la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.	
<b>Contenuti:</b> Legislazione di base in materia di sicurezza e di igiene sul lavoro e normativa contrattuale; assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e malattie professionali; valenza normative europee; norme di buona tecnica; Direttive di prodotto; Sistema di Prevenzione Aziendale. Legislazione salute e sicurezza specifica nei cantieri temporanei/ mobili e nei lavori in quota; figure interessate alla realizzazione dell'opera; Legge-Quadro in materia di lavori pubblici ed i principali Decreti attuativi; disciplina sanzionatoria e procedure ispettive. Rischi di caduta dall'alto; ponteggi e opere provvisorie; organizzazione in sicurezza del cantiere; cronoprogramma dei lavori; obblighi documentali; malattie professionali e primo soccorso; rischio elettrico e protezione contro le scariche atmosferiche. Rischi connessi con uso macchine e attrezzature di lavoro e a bonifiche da amianto; rischi chimici in cantiere; rischi fisici e biologici; MMC; incendio e esplosione; rischi nei lavori di montaggio e smontaggio di elementi prefabbricati; DPI e segnaletica di sicurezza. Contenuti minimi e criteri metodologici per elaborazione del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano sostitutivo di sicurezza e del piano operativo di sicurezza; elaborazione del fascicolo e del Pi.M.U.S., stima dei costi della sicurezza. Teorie e tecniche di comunicazione per risoluzione di problemi e favorire cooperazione; teorie di gestione dei gruppi e leadership; rapporti con la committenza, i progettisti, la direzione dei lavori, RLS. Esempi di Piano di Sicurezza e Coordinamento. Stesura di Piani di Sicurezza e Coordinamento, con particolare riferimento a rischi legati all'area, all'organizzazione del cantiere, alle lavorazioni ed alle loro interferenze. Esempi di Piani Operativi di Sicurezza e di Piani Sostitutivi di Sicurezza; esempi e stesura di fascicoli; simulazione sul ruolo del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II SEMESTRE

<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, visite tecniche in cantiere, esercitazioni in laboratorio e seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> Santagata F.A., Dell'Acqua G. et al. Strade. Teoria e tecnica delle costruzioni stradali. Pearson, 2016. Dell'Acqua G. BIM per infrastrutture. EPC Editore, 2018..	
<b>Modalità di esame:</b> Test di verifica finale, colloquio ed esame degli elaborati di progetto; gli allievi che frequentano il corso (tolleranza assenze: 10%) conseguono l'abilitazione CSP-CSE ai sensi del D.Lgs 81/2008.	

<b>Insegnamento:</b> Trattamento delle Acque di Approvvigionamento	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 45	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> II ANNO	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli allievi gli strumenti per la progettazione degli impianti di trattamento delle acque di approvvigionamento. Per ciascuna tecnica all'uopo utilizzata vengono: illustrati i principi su cui essa si fonda; esaminate le configurazioni impiantistiche; definite le metodologie di verifica e dimensionamento. Parte rilevante del corso viene rivolta alle esercitazioni, che riguardano l'elaborazione, numerica e grafica, del progetto di un impianto di potabilizzazione.	
<b>Contenuti:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caratterizzazione quali-quantitativa delle acque di approvvigionamento convenzionali (fiumi, laghi, acque sotterranee) e non convenzionali (acque saline).</li> <li>▪ Usi delle acque di approvvigionamento (potabile, irriguo, industriale, civile non potabile).</li> <li>▪ Normativa sulle acque potabili e sulle acque da potabilizzare.</li> <li>▪ Normativa sulle caratteristiche dei materiali a contatto con acque destinate all'approvvigionamento idropotabile.</li> <li>▪ Opere di presa di acque sotterranee, superficiali dolci (fiumi e laghi) e saline.</li> <li>▪ Trattamenti fisici (grigliatura; microstacciatura; sedimentazione; filtrazione) e chimici (coagulazione e flocculazione; aerazione; precipitazione; adsorbimento; scambio ionico; processi a membrana; disinfezione, ossidazione) delle acque di approvvigionamento.</li> <li>▪ Formazione di sottoprodotti del trattamento e loro rimozione</li> <li>▪ Trattamenti innovativi (chimici e biologici) delle acque di approvvigionamento per la rimozione di nitrati, metalli pesanti e contaminanti emergenti.</li> <li>▪ Schemi di funzionamento degli impianti di trattamento delle acque di approvvigionamento.</li> <li>▪ Protezione da fenomeni di contaminazione delle acque a valle dell'impianto di trattamento.</li> </ul>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> - I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti e slides delle lezioni	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale, con discussione degli elaborati progettuali	

<b>Insegnamento:</b> Tecnica delle Costruzioni II	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ICAR/09
<b>Ore di lezione:</b> 32	<b>Ore di esercitazione:</b> 16
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso fornisce gli elementi cognitivi e le metodologie di base per la progettazione di elementi strutturali in c.a., c.a.p. ed acciaio, e per la comprensione dei principi di funzionamento delle costruzioni in muratura (strutture resistenti per forma), anche alla luce dei più recenti sviluppi normativi (Norme Tecniche per le Costruzioni, Eurocodici strutturali). Nel contempo, sono forniti gli strumenti e i metodi per la comprensione del comportamento strutturale complessivo di semplici costruzioni, con particolare riferimento agli edifici a basso rischio.	
<b>Contenuti:</b> Richiami di Tecnica delle costruzioni I - Progetto di travi in c.a. soggette a torsione - Le scale negli edifici in c.a.: aspetti architettonici, solette rampanti, gradini a sbalzo, travi a ginocchio – Elementi strutturali in calcestruzzo armato precompresso: aspetti tecnologici, verifiche al tiro ed in esercizio, perdite e cadute di tensione, verifiche a fessurazione ed a rottura, taglio, carico equivalente alla precompressione, cenni sulle strutture precomprese iperstatiche – Modelli di comportamento "strut-and-tie": mensole tozze e selle Gerber - Strutture in acciaio: progetto di travi e colonne (sforzo normale, momento flettente, taglio e torsione), collegamenti saldati e bullonati.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> - II SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Tecnica delle Costruzioni I	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni progettuali	
<b>Materiale didattico:</b>	

Appunti e slides delle lezioni
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale, con discussione degli elaborati progettuali

<b>Insegnamento:</b> Tecnologie per lo Sviluppo Energetico Sostenibile	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>Ore di lezione:</b> 72	<b>Ore di esercitazione:</b> -
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> La sfida globale per uno sviluppo sostenibile dev'essere supportata da uno sfruttamento di fonti di energia fossile a basso impatto ambientale e dal predominante ricorso a nuove fonti alternative in grado di salvaguardare il delicato equilibrio naturale. L'insegnamento fornisce gli strumenti e le competenze tecnologiche per operare in un quadro di sviluppo energetico sostenibile. In epoca di cambiamenti climatici, la limitazione delle emissioni di anidride carbonica può e dev'essere perseguita o attraverso la cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) a valle delle fonti di emissioni (principalmente derivanti da produzione di energia da fonti fossili) o attraverso la sostituzione delle fonti energetiche, rivolgendo l'attenzione verso quelle rinnovabili (biogas, biometano, biocombustibili liquidi) o quelle prive di carbonio (energia solare, idrogeno, celle a combustibile). In un quadro di economia circolare, la strategia di cattura e utilizzo di anidride carbonica (CCU) vede quest'ultima come una risorsa per la sua trasformazione in prodotti a valore aggiunto quali combustibili, composti chimici, intermedi di sintesi e plastiche attraverso processi industriali innovativi e a supporto di uno sviluppo tecnologico sostenibile ed eco-compatibile.	
<b>Contenuti:</b> Impatto ambientale della produzione di energia. Schemi di cattura di CO <sub>2</sub> per impianti di potenza. Processi di cattura e stoccaggio di anidride carbonica (CCS): Tecnologie di separazione (assorbimento fisico, assorbimento chimico, processi a membrana, adsorbimento con sistemi rigenerativi (TSA, PSA, VPSA), separazione criogenica) - Stoccaggio di CO <sub>2</sub> : confinamento geologico (Enhanced Oil Recovery), confinamento oceanico, carbonatazione minerale. Applicazioni energetiche di separazione di CO <sub>2</sub> : upgrading di biogas a biometano, produzione di bio-GNL. Processi di cattura e utilizzo della CO <sub>2</sub> (CCU): Conversione diretta (produzione di chemicals, produzione di combustibili, fotocatalisi, fotoelettrocatalisi) - Conversione indiretta (produzione syngas e conversione Fisher-Tropsch, processi elettrolitici, processi elettrochimici, processi termochimici). Fonti di energia per processi di conversione: celle a combustibile (fuel cells), energia solare (Concentrated solar panel), produzione di idrogeno.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> - I SEMESTRE
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Chimica - Fisica tecnica – Ingegneria Chimica Ambientale	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni e lavori di gruppo	
<b>Materiale didattico:</b> dispense dell'insegnamento disponibili nel sito docente, testi disponibili nella biblioteca della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base: - J.M. Coulson, J.F. Richardson - Chemical Engineering Volume 2 – Butterworth-Heinemann - W.L. McCabe, J.C. Smith - Unit Operation of Chemical Engineering – Mc Graw Hill - B. Smit, J.R. Reimer, C.M. Oldenburg, I. C. Bourg, Introduction to Carbon Capture and Storage – Imperial College Press - S. Rackley, Carbon Capture and Storage - Elsevier - P. Styring, E.A. Quadrelli, K. Armstrong Eds., Carbon Dioxide Utilisation – Closing the Carbon Cycle - Elsevier	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta ed orali	

<b>Insegnamento:</b> Valutazioni e autorizzazioni ambientali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 22
<b>Anno di corso:</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso mira a fornire agli allievi le competenze necessarie per eseguire studi, indagini e valutazioni degli effetti ambientali di progetti, di opere, di stabilimenti e di insediamenti che possono determinare ripercussioni sul contesto interessato dalla loro presenza, nonché per identificare i più opportuni interventi di mitigazione e di compensazione degli effetti. In particolare, il corso è volto a fornire le conoscenze necessarie per provvedere, nel rispetto delle normative vigenti, alla: redazione di studi per la valutazione di impatto ambientale (VIA), per la valutazione di incidenza (VI) e per la valutazione ambientale strategica (VAS); messa a punto di indagini e documenti per l'autorizzazione integrata ambientale (AIA) e per l'autorizzazione unica ambientale (AUA); esecuzione di analisi del ciclo di vita (LCA).	
<b>Contenuti:</b> <b>Contenuti introduttivi:</b> Definizione di ambiente. Obiettivi dello sviluppo sostenibile. Cicli naturali. Componenti ambientali. Fattori ambientali. I principali impatti sulle componenti ambientali. <b>L'inquinamento idrico:</b> destino degli inquinanti; danni alle matrici biotiche e abiotiche; eutrofizzazione; alterazioni nei corpi	



<p>idrici superficiali: laghi, fiumi, mare; alterazioni nei corpi idrici profondi; limitazione degli usi vocazionali dei corpi idrici.  <i>L'inquinamento atmosferico</i>: destino degli inquinanti in atmosfera, fenomeni convettivi e diffusivi; classi di stabilità. Fonti odorigene. Procedure di rilievo, controllo e abbattimento degli odori.  <i>L'inquinamento acustico</i>: procedure di valutazione del rumore in aree urbane, caratterizzazione dei livelli sonori nel tempo e nello spazio, indici di descrizione dell'inquinamento acustico, modelli di previsione, misure di mitigazione. redazione di piani di zonizzazione.</p>	
<p><u>Quadro normativo</u>:          Normative vigenti a livello comunitario, nazionale e regionale in tema di VIA, VI, VAS, AIA, AUA.</p>	
<p><u>Metodologie di caratterizzazione dello stato di qualità delle componenti ambientali</u>:          Criteri per il reperimento, la misura e l'elaborazione dei dati. Identificazione dei principali indicatori ambientali.</p>	
<p><u>Tecniche di individuazione degli impatti</u>.          Check list, grafi (network), matrici, mappe tematiche.</p>	
<p><u>Metodologie di valutazione degli impatti</u>.          Metodologie monetarie, metodologie multicriteriali qualitative e quantitative, metodologie descrittive. procedure di ponderazione degli impatti e analisi delle alternative. metodo Delphi, confronto a coppie, PCT, coppie in opposizione. casi studio.</p>	
<p><u>Metodologie di LCA</u>.          Fasi della LCA: definizione di scopi ed obiettivi (Goal and Scope Definition); analisi dell'inventario (Life Cycle Inventory, LCI); analisi degli impatti ambientali (Life Cycle Impact Assessment, LCIA); interpretazione dei risultati (Life Cycle Interpretation).</p>	
<p><u>Esempi di studi di analisi e di valutazione degli effetti ambientali</u>.</p>	
<p><b>Docente:</b></p>	
<p><b>Codice:</b></p>	<p><b>Semestre:</b> II SEMESTRE</p>
<p><b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna</p>	
<p><b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni</p>	
<p><b>Materiale didattico:</b>          Dispense del corso          Michele M. Monte, V. Torretta - Valutazione e impatto ambientale. Manuale tecnico-operativo per l'elaborazione di studi di impatto ambientale – Hoepli Editore - 2016</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b> colloquio orale</p>	

**Attività formative del Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

**Parte 3 - Insegnamenti a scelta autonoma in Lingua Inglese  
(Tabella III dell'Allegato I)**

<b>Teaching:</b> Advanced Technologies for Hydrological Monitoring			
<b>CFU:</b> 6		<b>SSD:</b> ICAR/02	
<b>Hours for frontal lessons:</b> 38		<b>Hours for applications:</b> 10	
<b>Year:</b> I-II			
<b>Learning outcomes:</b>			
The present course provides an overview of the ways in which Unmanned Aerial Systems (UAS) have revolutionized our capability to monitor vegetation dynamics, river systems, and soil characteristics and processes at unparalleled spatio-temporal resolutions, which has in turn led to enhancements in our capacity to describe water cycle and hydrological processes. The course will guide students providing guidelines, technical advice and practical experience to support practitioners to raise efficiency of monitoring with the help of UAS. Moreover, students will also have a direct experience with a dataset of field surveys that may be used as practical exercises in order to allow the application of the proposed techniques or methods to real study cases.			
<b>Contents:</b>			
1. Background of the Remote Sensing technology (past, present and future) and future advances.			
2. Review of UAS technologies, users community and platforms availability (rotor, fixed wing, hybrid), sensors (passive and active), power supply, regulations, software, constraints, advantages, disadvantages, and market.			
3. Review of all available protocols, regulation requirements, platforms restriction and operation, ground truth (spectral and spatial), environmental issues (weather, sun elevation, night acquisition, field of sight etc.). Suggestions and guidance on flight mission planning, safety measures, camera setting and choice, and software available.			
4. 3D reconstruction with photogrammetric technique: Structure-from-Motion (SfM).			
5. Selecting sensors and platforms for vegetation mapping. Comparison with other remote sensing methods highlighting the advantages and disadvantages using UAS.			
6. UAS-mapping of the agricultural ecosystems providing canopy scale data about plant status, stress, biomass and evapotranspiration.			
7. Soil texture mapping with UAS. The importance of soil texture and soil hydraulic properties will be discussed along with the traditional and proxy ways to evaluate soil texture at the field scale.			
8. Methods for Soil Moisture Content (SMC) monitoring using UAS.			
9. Benefits and peculiarities of river monitoring with UAS. Generalized river monitoring workflow, from flight planning, data acquisition, through to post-processing and analysis of results, and shortly describe the state-of-the-art techniques applied at each stage. Such techniques include stabilization and orthorectification of acquired footage, image enhancement, image velocimetry, aggregation of image velocimetry results, data validation and presentation of results. Image velocimetry techniques: Particle Image Velocimetry (PIV), Large Scale Particle Image Velocimetry (LSPIV) and Particle Tracking Velocity (PTV). Morphological monitoring: channel change, bank erosion, point bar and island development and even bathymetric variations in clearwater conditions.			
10. Tools and datasets for UAS applications: A comprehensive description of processing the UAS data from raw DN (Digital Number) to thematic maps: Geometric correction, radiometric calibration, reflectance and brightness temperature extraction, mosaicking, merging data from different UAS and other RS sensors (data fusion), available commercial software for each process, available open codes and sharing data policy.			
<b>Code:</b>		<b>Semester:</b> II	
<b>Prerequisites:</b> none			
<b>Teaching method:</b> Frontal lectures, in-class exercises, workshops			
<b>Teaching material:</b>			
Casagrande, Gianluca, András Sik, and Gergely Szabó, eds. <i>Small Flying Drones</i> . Springer, 2018.			
Ben Dor, Eyal, Salvatore Manfreda, <b>Remote Sensing of the Environment using Unmanned Aerial Systems (UAS)</b> , Springer, 2020.			
<b>Examination procedures:</b>			
The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of design exercises and team projects.			
<b>The exam is divided into tests:</b>	<b>Written and spoken</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only written</b>
		<input type="checkbox"/>	<b>Only spoken</b>
			<input checked="" type="checkbox"/>
<b>In case of written test the questions are:</b>	<b>Multiple choice</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Essay questions</b>
		<input type="checkbox"/>	<b>Ezercises</b>
			<input type="checkbox"/>
<b>Other:</b>	Workshop projects presentation		

<b>Teaching:</b> Built Environment			
<b>CFU:</b> 6		<b>SSD:</b> ICAR/10	
<b>Hours for frontal lessons:</b> 48		<b>Hours for applications:</b> (to be defined)	
<b>Year:</b> I-II			

<b>Learning outcomes:</b>							
The course aims to analyse the impact of buildings on the natural environment, in terms of CO2 production and exploitation of natural resources. The goals of the course fall in the global challenges defined by the Agenda 2030 and for determining the responsibilities of the design of civil and building constructions on the environmental impact throughout the entire life cycle.							
The course will focus on extremely actual topics concerning the life cycle assessment of construction materials (LCA), the use of sustainable resources, the evaluation of the minimum ambient criteria of engineering interventions (CAM) and circular economy issues applied to the building process.							
<b>Contents:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goals of Sustainable Development 2030 regarding buildings</li> <li>• Green circular economy for construction</li> <li>• Demolition and recycling of buildings</li> <li>• Energy and resources saving in building construction and management.</li> <li>• Ancient knowledge and sustainable innovation</li> <li>• Life Cycle assessment</li> <li>• Minimum Ambient Criteria of engineering interventions (CAM)</li> </ul>							
<b>Code:</b>			<b>Semester: II</b>				
<b>Prerequisites:</b> none							
<b>Teaching method:</b> Frontal lectures, in-class exercises, workshops							
<b>Teaching material:</b>							
To be defined							
<b>Examination procedures:</b>							
The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of design exercises and team projects.							
<b>The exam is divided into tests:</b>		<b>Written and spoken</b>		<b>Only written</b>		<b>Only spoken</b>	<b>x</b>
<b>In case of written test the questions are:</b>		<b>Multiple choice</b>		<b>Essay questions</b>		<b>Ezercises</b>	
<b>Other:</b>		Workshop projects presentation					

<b>Teaching: Circular bioeconomy for ecological transition</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ICAR/03
<b>Hours for frontal lessons:</b> 36	<b>Hours for applications:</b> 12
<b>Year:</b> I-II	
<b>Learning outcomes:</b>	
The course is aimed to: i) give the major insights on circular bioeconomy and ecological transition strategies to mitigate climate change and provide energy and food in a sustainable way; ii) describe the main sources of greenhouse gases and the main anthropogenic implications on the natural, fundamental biogeochemical cycles of carbon, nitrogen and phosphorous; iii) present the main national and international protocols and directives on greening and environmental assessment procedures; iv) illustrate the main innovative, bio-based technologies for wastewater conversion to bioenergy and high value bio-commodities and valorization of side-stream products (i.e. biochar and digestate) deriving from the treatment of municipal solid waste; v) present the carbon capture, utilization and storage (CCUS) technologies aimed at the production of sustainable and renewable materials, energy and food.	
<b>Contents:</b>	
The course aims to give the principles and tools to implement circular bioeconomy and ecological transition strategies, with an emphasis on the issue of mitigation of climate change. Initially, fundamental concepts such as "climate change", "mitigation", "adaptation" "resilience", "regime shift" and "positive/negative feedbacks" as well as the social, economic, ecological and environmental implications associated with climate change are presented. The "quadruple squeeze" and "planetary boundaries" theories are introduced, focusing the attention on the main environmental processes impacted by humans and affecting the prosperity of human mankind on Earth. In this initial part, the main objectives of the 2015 Paris Agreement on Climate, EU Green Deal and the Italian decarbonization strategy by 2050 are illustrated. Subsequently, the phenomenological bases of the greenhouse effect are presented together with the concepts of "equivalent CO2 concentration" and "global warming potential" related to non-CO2 greenhouse gases (GHGs) (i.e. methane, nitrous oxide and hydrofluorocarbons). All the main sources of GHGs are presented, with a particular emphasis on the energy production and land use change (LUC) systems. The energy transition and the strategies for the implementation of	

sustainable agriculture and animal agriculture are in-depth analyzed.					
United Nations and EU protocols and directives on green deal, decarbonization and climate change mitigation and adaptation are included. Techniques for the environmental impact identification and assessment, life cycle assessment and environmental authorizations are taken into account.					
Then, the fundamental biogeochemical cycles of the main elements (i.e. carbon, nitrogen and phosphorus) are in detail studied as well as the anthropogenic implications on them. Particular attention is given on the innovative bio-based technologies that allow carbon capture and utilization (CCU) and carbon capture and storage (CCS) as well as ensure food security for a rapidly increasing population. The use of microalgal biorefinery, the production and agronomic reuse of biochar, the fermentation of syngas and flue gases (containing H <sub>2</sub> , CO and CO <sub>2</sub> ) aiming to produce biochemicals, biofuels and biopolymers, and the production of single cell proteins are examined. Advanced biological technologies for wastewater conversion to bioenergy (mainly biomethane and biohydrogen) and high value bio-commodities and the upcycling of carbon, nitrogen and phosphorus from the side-stream products (i.e. biochar and digestate) deriving from the treatment of municipal solid waste are illustrated as well.					
The course foresees approximately 12 hours of exercises on case studies on different topics of the course as well as a visit to the laboratory. Furthermore, at least one seminar is given by experts and professionals in the field.					
<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>			
<b>Prerequisites:</b> none					
<b>Teaching method:</b> Frontal lessons with slide projections. Exercises on case studies. Laboratory visit and practice. Seminars from expert professionals.					
<b>Teaching material:</b> Course educational notes and scientific articles uploaded.					
<b>Examination procedures:</b> The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of a case study assigned.					
<b>The exam is divided into tests:</b>		<b>Written and spoken</b>		<b>Only written</b>	
				<b>Only spoken</b>	<b>x</b>
<b>In case of written test the questions are:</b>		<b>Multiple choice</b>		<b>Essay questions</b>	
<b>Other:</b>		A presentation of a case study assigned during the course			

<b>Teaching:</b> Geotechnical Risks in Urban areas	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ICAR/07
<b>Hours for frontal lessons:</b> 40	<b>Hours for applications:</b> 8
<b>Year:</b> I-II	
<b>Learning outcomes:</b>	
Any risk estimation requires the evaluation of three main components: hazard, vulnerability, and exposure. Each component can be evaluated following an approach with an increasing degree of accuracy and complexity. The estimation of geotechnical risks follows the same general approach.	
The course deal with the analysis of geotechnical risks at the urban scale, proposing an innovative approach that aims to provide the student with a vision of the security of the built environment.	
Four main themes will be faced, corresponding to as many geotechnical risks in urban areas: transient and permanent deformation due to seismic actions, slope instability, instability of underground cavities and excavations.	
Each subject will be analysed following the same conceptual frame:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Description of the geotechnical problem and related risk terms of triggering causes, propagation, and impact on the built environment.</li> <li>ii) Simplified approaches for the analysis of the phenomena at urban scale</li> <li>iii) zoning criteria related to the specific risk for the purposes of emergency planning and land management.</li> <li>iv) possible mitigation measures</li> </ul>	
The geo-risks taken into consideration will be described not only phenomenologically but also in the light of the concepts of mechanics of Geotechnical Engineering.	
Although reference case studies and application exercises will be essentially relevant to the Neapolitan area, the methodological approach is exportable to other geographical contexts.	
<b>Contents:</b>	
<b><u>Risk definition</u></b>	
- Risk evaluation: hazard, vulnerability and exposure basic concepts and examples with reference to the geotechnical risks; general framework for risk analysis: the hierarchical approach. Risk assessment and risk mitigation: basic concepts. Possible geotechnical risk in urban areas	
<b><u>Transient and permanent effects induced by seismic actions.</u></b>	

- **Description:** Outline of seismogenic and seismic wave propagation mechanisms. Main mechanical effects on soils: non-linear and dissipative behaviour, cyclic resistance. Phenomenological aspects of wave propagation at urban scale.
- **Analysis:** Outline of the techniques of measurement of mechanical properties in site and laboratory. Analysis techniques and emblematic case studies related to local seismic response and permanent deformative effects (slope instability, liquefaction).

**Zonation:** Seismic microzonation: multi-level methodology, Civil Protection guidelines, applications to case studies in the Campania region.

**Slope instability**

- **Description:** Stress state in natural slope, influence of water flow and overloads. Landslides classification, influence of meteoric events induced by climate change and impact of human actions.
- **Stability:** Hydro mechanical soil characterization, tools for the definition of the surface topography of urban areas, simplified method for the stability analysis at urban scale.
- **Zonation:** database, zoning criteria based on factor of safety related with different scenario events. Interaction with urban planning and built environment.
- **Interventions:** mitigation techniques and alert systems.

**Urban cavities and underground structures: induced settlements and collapse**

- **Natural and man made cavities**
- **Description:** geometrical features and discontinuities in natural and man-made underground cavities. Risks related to the presence of cavities in urban area. Cavity examples in the Neapolitan underground.
- **Stability:** simplified approaches for the stability analyses of cavity vaults and pillars.
- **Zonation:** zoning criteria based on safety factor evaluated by simplified approach
- **Interventions:** reinforcement, infill, and other mitigation measures.

**Underground structures**

- **Description:** earth pressure: basic concepts; Underground supported excavation: outline of the design and construction techniques. Underground railway infrastructure in Naples: interaction with the built environment and the groundwater regime, examined through case studies.
- **Ground induced settlement:** simplified approach for the estimation of ground induced settlements
- **Stability:** Rankine earth pressure theory; forces equilibrium-based solutions; role of pore pressures; Limit Equilibrium Methods of analysis.
- **Interventions:** ground improvement and soil impermeabilization techniques.

<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>			
<b>Prerequisites:</b> None					
<b>Teaching method:</b> Frontal lessons, in-class exercises					
<b>Teaching material:</b> Slides of the lessons, journal papers, books					
<b>Examination procedures:</b> Discussion on one or more in-class exercises and on the theoretical and technical aspects debated within the course.					
<b>The exam is divided into tests:</b>	<b>Written and spoken</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only written</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only spoken</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>In case of written test the questions are:</b>	<b>Multiple choice</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Essay questions</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercises</b> <input type="checkbox"/>
<b>Other:</b>					

<b>Teaching:</b> Laboratory of Road Safety	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ICAR/04
<b>Hours for frontal lessons:</b> 16	<b>Hours for applications:</b> 40
<b>Year:</b> I-II	
<b>Learning outcomes:</b> The course provides students with theoretical and practical knowledge to assess road safety by innovative methods and tools. Special emphasis is given to the virtual safety analysis of both road infrastructures and automated / autonomous vehicles.	
<b>Contents:</b> • Introduction to Road Safety	

- Fundamentals
- Road crashes: definitions, classification, statistics
- Surrogate measures of safety
- Human factors for road systems
- Safety impacts of driver assistance systems and cooperative driving systems
- Introduction to Road Infrastructure Safety Management
  - Road network screening
  - Diagnosis and selection of countermeasures
  - Road safety inspection
  - Road safety audit
- Advanced Virtual Road Safety Analysis
  - Concepts, advantages, classifications, and applications
  - Design of driving simulator experiments
  - Data analysis
- Lab Activities
  - Safety analysis of road infrastructures in driving simulation environment: 3D roads modeling, scenario authoring, testing with driving simulator, data collection and analysis.
  - Analysis of road safety impacts of an automated/autonomous vehicle (AV) using a driving simulator: model and implement in simulation of the AV, worst-case scenarios definition and reproduction, testing with driving simulator, data collection and analysis.

**Code:** \_\_\_\_\_ **Semester:** II

**Prerequisites:** none

**Teaching method:** Frontal lectures, in-class exercises, workshops, lab activities

**Teaching material:**  
 Slides, lecture notes, technical papers. Textbooks:  
 AASHTO (2010). Highway Safety Manual, First Edition.  
 Lord D., Washington S., Montella A. et al. (2018). Safe Mobility: Challenges, Methodology and Solutions. Emeralds.  
 Hichem A., Lamri N. (2013). Driving Simulation. Wiley-ISTE.

**Examination procedures:**  
 The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of design exercises and team projects.

<b>The exam is divided into tests:</b>	<b>Written and spoken</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only written</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only spoken</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
--	---------------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	--------------------	-------------------------------------

<b>In case of written test, the questions are:</b>	<b>Multiple choice</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Essay questions</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercises</b>	<input type="checkbox"/>
--	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------	--------------------------

**Other:** Workshop projects presentation

**Teaching:** Resilience of Geotechnical Systems

**CFU:** 6 **SSD:** ICAR/07

**Hours for frontal lessons:** 40 **Hours for applications:** 8

**Year:** I-II

**Learning outcomes:**

The resilience of any engineering system against extreme environmental events can be defined basing on four properties: robustness, redundancy, rapidity, and resourcefulness. Robustness refers to the strength of systems to withstand a given level of demand without suffering a loss of functionality. Redundancy indicates the presence of elements designed to fail without significant effects on the overall performance of the system. Rapidity is the capacity to recover the properties of the engineering system timely to contain losses. Resourcefulness is the capacity to identify damages, establish priorities, and mobilize resources for the interventions.

Resilient based-design strategies of geotechnical systems (i. e. those made by soil or interacting with it) are aimed to improve their robustness and redundancy. Real-time monitoring systems can lead to a quick assessment of their performance after the occurrence of an extreme event, hence may improve the rapidity and the resourcefulness.

The course firstly focuses on the key aspects of the performance of some geotechnical systems typically employed in road and railway infrastructures, such as embankments, retaining structures and foundations of viaduct piers, against extreme meteorological and seismic events. The technologies currently suitable to monitor their performance and the interventions to improve it will be illustrated and discussed with reference to robustness, redundancy, resourcefulness, and rapidity.

**Contents:**

**Engineering Resilience**

- **Definition:** the concept of resilience applied to infrastructures; robustness, redundancy, rapidity and resourcefulness.
- **Resilience assessment methods:** system functionality function: basic concept; definition of intensity measures for extreme natural events and engineering demand parameters; fragility curves.

**Earth structures: embankments and slopes**

- **Construction:** geometrical features of embankments and slope cuts; compaction, pre-loading and excavation procedures.
- **Stability:** mechanisms and kinematics of natural or artificial slope instability; role of pore pressure; Limit Equilibrium Methods of analysis.
- **Performance and interventions:** settlements due to self-weight and additional loads; effects on pavements; mitigation techniques.
- **Monitoring:** use of inclinometers and optical fibers; pore pressure measurements for stability; use of ground surface levelling and satellite surveys for settlements; monitoring of seismic or hydrological intensity measures to estimate the expected damage.

**Retaining structures**

- **Construction:** earth pressure: basic concepts; gravity structures (masonry or unreinforced concrete walls, r.c. cantilever walls); embedded structures (cast-in place cantilever walls, pre-cast bulkheads); anchors and props.
- **Stability:** Rankine earth pressure theory; forces equilibrium-based solutions; role of pore pressures; mechanisms and kinematics of rigid and flexible wall ultimate states; Limit Equilibrium Methods of analysis.
- **Performance and interventions:** empirical and simplified methods for predicting settlements and horizontal displacements; effects on roads and railways; mitigation techniques.
- **Monitoring:** use of inclinometer and ground surface levelling surveys for horizontal and vertical displacements; monitoring of seismic or hydrological intensity measures to estimate the expected damage.

**Foundations of viaduct piers: caissons and piles**

- **Construction:** construction technologies of caisson and piles and their effect on the stress state mobilized in the soil.
- **Stability:** foundation bearing capacity under vertical or horizontal loads in drained and undrained conditions.
- **Performance and interventions:** displacements and rotations due to self-weight and additional loads; effects on the viaduct; mitigation techniques.
- **Monitoring:** use of strain gauges or optical fibers in piles, monitoring of seismic intensity measures to estimate the expected damage.

<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>			
<b>Prerequisites:</b> None					
<b>Teaching method:</b> Frontal lessons, in-class exercises					
<b>Teaching material:</b> Slides of the lessons, journal papers, books					
<b>Examination procedures:</b> Discussion on one or more in-class exercises and on the theoretical and technical aspects debated within the course.					
<b>The exam is divided into tests:</b>	<b>Written and spoken</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only written</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Only spoken</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>In case of written test the questions are:</b>	<b>Multiple choice</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Essay questions</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercises</b> <input type="checkbox"/>
<b>Other:</b>					

<b>Teaching:</b> Resilience of Transportation Systems	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ICAR/05
<b>Hours for frontal lessons:</b> 22	<b>Hours for applications:</b> 26
<b>Year:</b> I-II	
<b>Learning outcomes:</b> The course is dedicated to the resilience of transport infrastructures. Starting from local aspects due to service stress, ageing deterioration and rare catastrophic events, the effect on networks and wide areas is estimated/forecasted, including the impact in terms of social and economic terms.	
<b>Contents:</b> General Principles Theory of transportation systems applied to transportation resilience. Local impact	



Extended disruption (network impact) Network re-configuration effects Dynamic processes toward new equilibrium Instability Wide-area KPI (key Performance Indicators) Area-wide accessibility Transport times/costs Social and economic effects Practical approaches Methods and tools based on traffic assignment matrices. Identification of the "strategic" network (transportation infrastructures and services to be preserved)					
<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>			
<b>Prerequisites:</b> none					
<b>Teaching method:</b> Lectures, laboratory activities and exercises, project development					
<b>Teaching material:</b> Slides, lecture notes, technical papers.					
<b>Examination procedures:</b> The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of developed projects.					
<b>The exam is divided into tests:</b>		<b>Written and spoken</b>		<b>Only written</b>	
				<b>Only spoken</b>	<b>x</b>
<b>In case of written test the questions are:</b>		<b>Multiple choice</b>		<b>Essay questions</b>	
<b>Other:</b>		Discussion of lab activities and developed project			

<b>Teaching:</b> Safety and Resilience of Urban System					
<b>CFU:</b> 6		<b>SSD:</b> ICAR/20			
<b>Hours for frontal lessons:</b> 48		<b>Hours for applications:</b> (to be defined)			
<b>Year:</b> I-II					
<b>Learning outcomes:</b> The aim of teaching is the integration of approaches to the study of city safety, understood as a dynamic and complex spatial system, which allows to identify a panel of sustainable actions capable of reducing the risk levels at which urban systems are currently exposed. Urban resilience is connected to the possibility that the city, in the face of one or more external agents, is able to counteract an opposite reaction (resilient), safeguarding the safety of the inhabitants, maintaining its own levels of organization, protecting the stock existing building, allowing the continuation of existing activities.					
<b>Contents:</b> The teaching focuses on the disciplinary aspects of urban planning, favoring a holistic-systemic vision. The teaching will address the issue of urban security in relation to: - the categorization of natural, anthropogenic and climatic risks; - the identification of the conditions that affect the safety levels of the city; - the identification of the relationships between the elements of the urban system; - the definition of actionable strategies to increase urban resilience. Particular attention will be paid to the study of the impacts resulting from climate change on the organization and functioning of urban systems, highlighting how urban planning action can play a strategic role in containing and / or adapting to these effects.					
<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>			
<b>Prerequisites:</b> none					
<b>Teaching method:</b> Frontal lectures, in-class exercises, workshops					
<b>Teaching material:</b> To be defined					
<b>Examination procedures:</b> The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of design exercises and team projects.					
<b>The exam is divided into tests:</b>		<b>Written and spoken</b>		<b>Only written</b>	
				<b>Only spoken</b>	<b>x</b>
<b>In case of written test the questions are:</b>		<b>Multiple choice</b>		<b>Essay</b>	
				<b>Ezercises</b>	

			questions			
<b>Other:</b>						

<b>Teaching:</b> Smart Roads and Cooperative Driving							
<b>CFU:</b> 6			<b>SSD:</b> ICAR/05				
<b>Hours for frontal lessons:</b> 35			<b>Hours for applications:</b> 40				
<b>Year:</b> I-II							
<b>Learning outcomes:</b> The course provides students with a clear and deep understanding of the technical and functional requirements to be satisfied for vehicle/road interaction under connected and automated driving scenarios.							
<b>Contents:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• General Principles <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autonomous driving and cooperative driving</li> <li>▪ From autonomous driving to automated driving</li> <li>▪ Historical overview of autonomous/automated driving development for surface vehicles and state of the art</li> </ul> </li> <li>• Cooperative-Intelligent Transportation Systems platforms and services <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opportunities, criticalities, regulation and technical/functional requirements</li> <li>▪ Road-side implementation of cooperative driving</li> <li>▪ On-board implementation of cooperative driving</li> <li>▪ European C-ITS platform and services</li> <li>▪ Day 1 services and further services</li> <li>▪ Overview of functional (cyber)security issues and architectures</li> </ul> </li> <li>• Impacts on vehicular traffic <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Automated, connected and mixed traffic</li> <li>▪ Interaction of connected vehicles and automated vehicles with existing transportation systems</li> <li>▪ Interaction and synergies with Mobility-as-a-Service solutions</li> </ul> </li> <li>• Design of cooperative-driving solutions and mobility solutions in a simulation environment</li> </ul>							
<b>Code:</b>			<b>Semester:</b> II				
<b>Prerequisites:</b> none							
<b>Teaching method:</b> Frontal lectures, in-class exercises, workshops, lab activities							
<b>Teaching material:</b> To be defined							
<b>Examination procedures:</b> The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the discussion of design exercises and team projects.							
<b>The exam is divided into tests:</b>		<b>Written and spoken</b>		<b>Only written</b>		<b>Only spoken</b>	<b>x</b>
<b>In case of written test the questions are:</b>		<b>Multiple choice</b>		<b>Essay questions</b>		<b>Ezercises</b>	
<b>Other:</b>		Workshop projects presentation					

<b>Teaching:</b> Smart Urban Design					
<b>CFU:</b> 6			<b>SSD:</b> ICAR/14 [Architectural and Urban Design]		
<b>Hours for frontal lessons:</b> 48			<b>Hours for applications:</b> (to be defined)		
<b>Year:</b> I-II					
<b>Learning outcomes:</b> This course aims at acquiring in-depth knowledge as well as at developing advanced skills in the field of architectural and urban design, with a special focus on the interactions with the topic of smart mobility. The course will be carried out in a close synergy with other courses in the field of Engineering. Urban Design and Transportation Engineering, as well as other disciplines, will thus cooperate to implement a transdisciplinary workshop on a site-specific design topic. The course is open and addressed to students attending different M/Arch and M/Eng programmes, including Building Engineering and Architecture, Civil Engineering, Environmental Engineering, Transportation Engineering and many others. Students are not expected, nor required, to reach any individual advanced level in disciplines outside their own major field of interest, but to develop the highest grade of interaction with different proficiencies and to optimise their specific knowledge and skills in the framework of the objectives shared by the design team.					

<p>The course is conceived as a design studio and organised as a workshop carried out by one or more (depending on the number of students) trans-disciplinary design teams who will focus on a site-specific and problem specific design topic. Transversal skills, such as team working, problem solving, point-of-view flipping, brainstorming participation, creative thinking, critical thinking, are required and will be boosted.</p>													
<p><b>Contents:</b>  Students will deal with the issue of urban transformations with reference to ongoing changes in the field of urban mobility, with a focus on highly multimodal transportation systems conceived in the framework of a MaaS (Mobility as a Service) approach and with a special reference to CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility).  Special focuses will be developed on last-mile logistics and on vehicle-to-grid approaches. These issues will be dealt with, in order to re-organise and re-shape the public space in the contemporary city.  The issue of urban transformations with reference to mobility will obviously be considered with reference to Agenda 2030 and its Sustainable Development Goals, such as, above all, SDG 11 "Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable" as well as SDGs 10 and 5 since endowing public space with multimodal, safe, user-friendly and green mobility services, as well as improving road safety, means taking care of "those in vulnerable situations, women, children, persons with disabilities and older persons", and thus help to reduce all sorts of inequalities.  As far as case studies are concerned, the course will focus on a specific urban area which will be chosen on the basis of its strategic significance with reference to existing transportation systems and to specific issues to solve. Original and ground-breaking design solutions will be forwarded, carried out and assessed. The course will thus produce pilot scenarios for the sustainable transformation of critical urban areas.</p>													
<b>Code:</b>		<b>Semester: II</b>											
<b>Prerequisites:</b> none													
<b>Teaching method:</b> Interactive talks, in-class activities, design studio, workshops, brainstorming, critical reviews.													
<b>Teaching material:</b> To be defined													
<p><b>Examination procedures:</b>  The final examination consists of an oral exam covering the theoretical and technical aspects described within the course together with the presentation and the discussion of the projects/scenarios produced by the design teams.</p>													
<b>The exam is divided into tests:</b>		<table border="1"> <tr> <td>Written and spoken</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Written and spoken	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Only written</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Only written	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Only spoken</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Only spoken	<input checked="" type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>x</td> <td></td> </tr> </table>	x	
Written and spoken	<input type="checkbox"/>												
Only written	<input type="checkbox"/>												
Only spoken	<input checked="" type="checkbox"/>												
x													
<b>In case of written test the questions are:</b>		<table border="1"> <tr> <td>Multiple choice</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Multiple choice	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Essay questions</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Essay questions	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Exercises</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Exercises	<input type="checkbox"/>		
Multiple choice	<input type="checkbox"/>												
Essay questions	<input type="checkbox"/>												
Exercises	<input type="checkbox"/>												
<b>Other:</b>		Workshop projects presentation											