

INDICE

1° anno

CLIMATOLOGIA E IDROLOGIA	4
IDRAULICA AMBIENTALE	5
MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO DEI VERSANTI.....	6
INGEGNERIA DEGLI ACQUIFERI	7
GEOMATICA.....	8
RISCHIO SISMICO	10
TELERILEVAMENTO E OSSERVAZIONE DELLA TERRA.....	11
MISURE GEOFISICHE E METEOROLOGICHE.....	12

2° anno

INFRASTRUTTURE RESILIENTI	14
RISCHIO ALLUVIONALE	16
PREVENZIONE E PROTEZIONE DAI RISCHI CLIMATICI	17
VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO NELL'INDUSTRIA E NEI CANTIERI	18

Presentazione dell'orientamento

Nel percorso di "Gestione dei Rischi Naturali", erogato in lingua italiana, gli studenti sviluppano competenze in vari ambiti connessi alla conoscenza e prevenzione dei rischi sul territorio, mediante lo studio di fenomeni idraulici, idrologici, climatici, geofisici e geomeccanici, l'apprendimento di tecniche di rilevamento e rappresentazione digitale, e la progettazione di infrastrutture e di interventi di prevenzione.

La capacità di comprendere le forzanti collegate agli eventi calamitosi che interessano l'atmosfera, l'acqua, il suolo e il sottosuolo consentirà agli studenti di progettare e usare metodi per la misura diretta, indiretta e remota di parametri legati ai fenomeni di interesse, e di progettare sistemi infrastrutturali e sistemi non strutturali per la mitigazione dei rischi. Integrando la certificazione in 'addetto alla sicurezza', che viene offerta al secondo anno, con le competenze fornite in ambito di Protezione Civile, si consente ai laureati in questo percorso di diventare esperti in interventi per la riduzione dei rischi sia territoriali che relativi ai luoghi di lavoro.



← Per scaricare versione digitale del Syllabus



1^o ANNO

Docente

Pierluigi CLAPS

CFU

6

Presentazione

La parte del corso dedicata alla Climatologia e Idrologia offre agli studenti, in primo luogo, le basi per la comprensione dei principali meccanismi che agiscono nella formazione del sistema climatico terrestre e della sua evoluzione in conseguenza delle alterazioni antropiche; in secondo luogo presenta i processi che regolano le caratteristiche del ciclo dell'acqua a scala di versante e di bacino, usando diverse accezioni del bilancio idrico a differenti scale spaziali e temporali.

Risultati attesi

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di:

- riconoscere gli elementi di base della caratterizzazione climatica di una regione,
- utilizzare semplici metodi di valutazione del bilancio energetico e di vapore su un'area,
- Conoscere le potenzialità di osservazioni climatiche grigliate e prodotti di rianalisi per il confronto con dati di modelli climatici globali,
- valutare quantitativamente il bilancio idrico del bacino idrografico a diverse scale temporali,
- utilizzare semplici metodi statistici per analizzare la severità di piogge e piene osservate,
- preparare una sintetica relazione su bilancio idrico ed analisi di un evento alluvionale.

È richiesta la conoscenza di elementi base di probabilità e statistica e di saper usare un foglio di calcolo. Non è richiesta ma è gradita la conoscenza di software per il calcolo numerico (ad es. Matlab) per lo sviluppo delle parti esercitative.

Programma

CLIMATOLOGIA

- Struttura verticale dell'atmosfera, gradienti adiabatici, stabilità atmosferica e fenomeni di precipitazione convettiva. Trasformazioni in aria umida, Legge di Clausius-Clapeyron e conseguenze del global warming sulle caratteristiche della precipitazione.
- Circolazione atmosferica globale. Centri di alta e bassa pressione. Sistemi frontali (trasporto meridiano di energia, massa e quantità di moto nel sistema climatico).
- Formazione e misura delle precipitazioni e relativa distribuzione spaziale.
- Introduzione al bilancio energetico globale del sistema climatico. Bilancio radiativo atmosferico. Evaporazione da superficie libera, traspirazione e fattori limitanti della evapotraspirazione. Elementi utili per la quantificazione dei fabbisogni idrici delle colture.
- Regimi climatici. Indici semplificati di disponibilità e carenza idrica.

IDROLOGIA

- Ciclo dell'acqua e caratterizzazione delle risorse idriche. Modelli di bilancio idrico a scala di campo e di bacino: rappresentazioni semplificate, con particolare riferimento ad aree montane. Curve di durata delle portate.
- Effetti delle variazioni climatiche sulle precipitazioni, sui deflussi stagionali e sulle portate di piena. Metodi per l'analisi dei trend nelle serie storiche di temperatura e precipitazioni.
- Bilancio idrologico di piena - Formazione e dinamica del deflusso superficiale. Simulazione di piena mediante convoluzione con metodi lineari.
- Analisi statistica semplificata di eventi osservati di piogge estreme e portate di piena.
- Caratterizzazione climatologica degli estremi di precipitazione mediante curve IDF. Eventi pluviometrici di progetto.

Organizzazione dell'insegnamento

Il modulo è suddiviso in 30 ore di lezioni frontali e 30 ore di esercitazioni al PC, che saranno svolte in aula con i notebook degli studenti. Gli studenti si organizzeranno in gruppi per realizzare un lavoro monografico basato sull'elaborazione delle esercitazioni.

Docente

Fulvio BOANO

CFU

6

Presentazione

Il corso completa la preparazione di base degli Ingegneri Ambientali con concetti e metodologie di fondamento per l'ingegneria delle acque. Il modulo di Idraulica Ambientale consente agli allievi di comprendere e modellare alcuni dei principali processi che contraddistinguono il moto dei fluidi nell'ambiente naturale e costruito. Particolare riguardo è posto all'ambiente fluviale e all'ambiente antropizzato. Inoltre, lo studente è in grado di applicare tecniche volte a valutare la vulnerabilità dei sistemi idrici nei confronti di pressioni antropiche/naturali.

Risultati attesi

Il modulo è volto a fornire conoscenze riguardo i flussi turbolenti, i processi di trasporto nei fluidi, la morfodinamica fluviale, l'ecoidraulica e l'ecoidrologia, con particolare attenzione all'ambiente fluviale e all'ambiente urbano. Sono previste esercitazioni su dati di campo in modo tale da mostrare casi reali agli allievi e fare acquisire loro le abilità necessarie per trattarli.

Tramite le esercitazioni, lo studio dell'articolo scientifico e la sua esposizione in pubblico, ulteriori obiettivi di apprendimento attesi saranno:

- capacità di approfondire autonomamente un tema legato alla gestione delle acque in ambito ambientale,
- capacità di gestire il tempo e le risorse,
- capacità di riflettere sui temi etici, sociali, culturali connessi alla gestione delle acque in ambito ambientale,
- capacità di lavorare in team,
- capacità di presentare in pubblico il proprio lavoro.

Programma

- Introduzione: il moto dei fluidi negli ambienti naturali e antropizzati e connessioni con i temi propri dell'Ingegneria Ambientale.
- Turbolenza. Aspetti introduttivi e suo ruolo nei processi di trasporto dei fluidi. Concetto di media temporale, media di insieme, autocorrelazione e spettro. Equazioni fondamentali (moto medio, energia cinetica del moto medio, energia cinetica turbolenta). Modello della cascata dei vortici e scale fondamentali della turbolenza. Turbolenza libera (getti, scie e strati di miscelamento) e turbolenza di parete.
- Processi di trasporto nei fluidi. Aspetti introduttivi. Diffusione molecolare: legge di Fick, equazione di diffusione, equazione di diffusione-convezione. Diffusione turbolenta: teoria di Taylor. Dispersione per shear: caso laminare e caso turbolento, equazione di dispersione-convezione.
- Processi di trasporto nei fiumi. Introduzione al problema. Valutazione dei coefficienti di diffusione turbolenta. Problemi di dispersione longitudinale. Trasporto di inquinanti, nutrienti e sedimenti. Trasporto iporreico, modellazione idrodinamica e zonazione chimica riparia. Trasporto solido al fondo ed in sospensione. Cenni di morfodinamica fluviale (forme fluviali, tipologie fluviali, modelli). Ecoidraulica: interazione tra processi ecologici e fenomeni idraulici.
- L'ambiente costruito ed antropizzato: concetti generali, ecoidraulica ed ecoidrologia applicate al contesto urbano, servizi ecosistemici e loro valutazione. Effetti dei cambiamenti climatici e dell'urbanizzazione sul ciclo dell'acqua in ambito urbano. Sostenibilità urbana e vivibilità: spazi verdi urbani, infrastrutture green e blue.

Organizzazione dell'insegnamento

- Lezioni: 45 ore
- Esercitazioni in aula: 15 ore

Docenti

Adriano FIORUCCI - Federico VAGNON

CFU

8

Presentazione

Obiettivo dell'insegnamento è introdurre lo studente ai concetti ed ai metodi dell'Idrogeologia applicati allo studio della stabilità dei versanti. Il corso si propone quindi di fornire le conoscenze di base per l'analisi del contesto idrogeologico in cui l'ingegnere ambientale si troverà ad operare, la capacità di realizzare una rete di monitoraggio dei parametri idrogeologici e di interpretarne tali dati per valutare la stabilità dei versanti. L'insegnamento si pone come completante la formazione dell'ingegnere ambientale. Agli approfondimenti teorici, sarà dato spazio ad esempi pratici ed applicativi in modo da concretizzare i concetti appresi in ottica dalla futura attività professionale.

Risultati attesi

L'insegnamento si propone di trasmettere allo studente le conoscenze sulle caratteristiche chimiche e fisiche dell'acqua, nonché le principali classificazioni in relazioni agli ioni e ai minerali disciolti. In particolare, dovrà conoscere il ciclo dell'acqua e le caratteristiche dei sistemi acquiferi in rocce lapidee, carbonatiche e carsiche. Si desidera che lo studente sia in grado di individuare e analizzare i principali parametri per la progettazione di un sistema di monitoraggio idrogeologico in relazione alla stabilità di versanti o di scavi. Al termine dell'insegnamento gli studenti saranno in grado di:

1. analizzare dati di monitoraggio idrogeologico;
2. progettare un sistema di monitoraggio;
3. valutare la qualità e la quantità della risorsa idrica sotterranea;
4. approcciarsi a problemi connessi alla presenza di acqua negli scavi in sottterraneo.

Programma

1. IDROGEOCHIMICA (3cfu: 27 h Lezioni – 3 h Esercitazioni)

Caratteristiche chimico fisiche dell'acqua: viscosità, densità, conducibilità elettrica, tensione di vapore. Classificazione e origine delle acque. Processi di mineralizzazione delle acque naturali: dissoluzione dei gas, Legge di Henry; dissoluzione dei solidi in acqua. Solubilità e Prodotto di Solubilità. L'effetto dello Ione Comune. Determinazione dell'Indice di Saturazione con il metodo di Debye-Hückel. L'equilibrio dei carbonati, la reazione acqua – anidride carbonica. Le reazioni acqua-roccia. L'attacco chimico sui minerali non carbonatici. L'effetto del potenziale di ossidoriduzione sulla mineralizzazione delle acque. Le Facies Idrogeochimiche. Fenomeni modificatori della mineralizzazione: dissoluzione, concentrazione, scambio ionico. I metalli pesanti disciolti nelle acque e loro interazione con la salute umana. I diagrammi interpretativi (Piper, Schoeller, Durov, Chebotarev). La qualità delle acque in funzione del loro uso (potabile, irrigazione, industriale). La durezza e l'aggressività dell'acqua. Gli isotopi stabili e radioattivi utilizzati in idrogeologia. Le Terre Rare disciolte nelle acque naturali: applicazioni negli studi idrogeologici.

2. IDROGEOLOGIA GENERALE E APPLICATA (5cfu: 33 h Lezioni – 17 h Esercitazioni)

a. PARTE GENERALE

Il ciclo dell'acqua. Il bilancio idrogeologico, valutazione e misura dei singoli parametri del bilancio. I complessi idrogeologici: definizione e metodi di individuazione. Cenni sul rilevamento idrogeologico. Le carte idrogeologiche, realizzazione delle carte piezometriche a media/grande scala. Realizzazione di piezometri e pozzi. Le misure piezometriche con strumenti manuali e automatici. Interazione tra il reticolo idrografico superficiale e le acque sotterranee. I sistemi acquiferi in rocce lapidee, acquiferi carbonatici e acquiferi carsici. I tipi di alimentazione degli acquiferi alimentanti le sorgenti. I tipi di circolazione sotterranea negli acquiferi carbonatici. Le sorgenti, classificazione generale. Studio delle sorgenti. Analisi degli idrogrammi di una sorgente. Definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti. Monitoraggio degli acquiferi di aree montane e collinari: strumenti e criteri di realizzazione delle reti di monitoraggio. Analisi comparate degli andamenti delle portate, temperatura e conducibilità elettrica delle acque sotterranee. La vulnerabilità degli acquiferi, metodi di valutazione (DRASTIC, GOD e SINTACS) e realizzazione delle Carte di Vulnerabilità Intrinseca degli Acquiferi.

b. LA CIRCOLAZIONE IDRICA NEL FRATTURATO E IL DEWATERING

Circolazione idrica nel fratturato: ruolo delle discontinuità e delle sue caratteristiche fisico-meccaniche nella definizione della conducibilità idraulica, idrogeologia nelle zone di faglia, principi di modellazione numerica degli acquiferi fratturati. Dewatering: interferenza tra acque sotterranee e opere in sottterraneo (gallerie, miniere, scavi etc.), effetti dell'acqua sulla stabilità degli scavi, principali tecniche per il dewatering.

Organizzazione dell'insegnamento

- Lezioni: 60 ore
- Esercitazioni: 20 ore

Docente

Rajandrea SETHI

CFU

8

Presentazione

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per affrontare in maniera quantitativa le problematiche connesse al flusso delle risorse idriche sotterranee (acque di falda) e alla propagazione dei contaminanti nei sistemi acquiferi. Pertanto, dopo aver illustrato le proprietà fondamentali che definiscono la capacità di immagazzinamento, trasporto e rilascio dell'acqua negli acquiferi, vengono presentate le soluzioni analitiche dell'equazione di flusso, che costituiscono lo strumento per l'interpretazione delle prove sperimentali per caratterizzare il comportamento idrodinamico degli acquiferi e la capacità produttiva delle opere di captazione (4 CFU).

Successivamente, a partire dalla classificazione chimico fisica-tossicologica dei contaminanti usualmente presenti nelle acque di falda, vengono analizzati i meccanismi di propagazione e illustrate le soluzioni analitiche dell'equazione del trasporto di massa. L'ultima parte dell'insegnamento è dedicata alla caratterizzazione e bonifica degli acquiferi contaminati (4 CFU).

Risultati attesi

Gli obiettivi consistono nel fornire all'allievo le conoscenze teoriche e pratiche relative all'ingegneria degli acquiferi, nello sviluppare le abilità di identificazione di un problema e di risolverlo con un approccio rigoroso e professionale. Al termine del corso si richiederà allo studente la capacità affrontare problemi relativi alla caratterizzazione dei sistemi acquiferi, al flusso delle acque di falda, alla propagazione dei contaminanti, alla bonifica degli acquiferi contaminati. Ai fini dell'autonomia di giudizio e della maturazione nello sviluppo della comunicazione tecnica si richiederà la redazione di relazioni tecniche di taglio professionale.

Programma

Nozioni di base (1 CFU): capacità di immagazzinamento e di rilascio, capacità di trasporto di un acquifero. Criteri di classificazione degli acquiferi. L'applicazione della legge di Darcy sul terreno, ricostruzione della superficie piezometrica.

Flusso nel sistema acquifero (2 CFU): Fondamenti teorici dell'equazione differenziale di flusso. Soluzioni analitiche dell'equazione differenziale di flusso per una geometria radialpiana: acquiferi confinati, semiconfinati e non confinati. Caratterizzazione di un acquifero: prove di falda in declino, prove di falda in risalita, slug test, altri metodi di determinazione dei parametri caratteristici di un acquifero.

Caratterizzazione di pozzi e protezione dall'inquinamento (1 CFU): Capacità produttiva ed efficienza idraulica di un pozzo. Ottimizzazione della capacità produttiva di un sistema di approvvigionamento idrico. Vulnerabilità di un acquifero e rischio di inquinamento. Delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso potabile.

Fenomeni di inquinamento di sistemi acquiferi (2 CFU): Classificazione chimica, fisica e tossicologica dei contaminanti presenti nelle acque sotterranee. Meccanismi di propagazione degli inquinanti in falda: advezione, dispersione idrodinamica, adsorbimento, decadimento radioattivo, biodegradazione, altri processi. Fondamenti teorici dell'equazione differenziale del trasporto di massa. Soluzioni analitiche dell'equazione differenziale del trasporto di massa per soluti conservativi e per soluti reattivi. Propagazione delle sostanze non miscibili con l'acqua di falda.

Principi di bonifica di acquiferi contaminati (2 CFU): La normativa italiana in materia di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale di siti contaminati. Piano della caratterizzazione: metodologie di campionamento del mezzo saturo e non saturo. L'analisi di rischio sanitario ambientale. Bonifica e messa in sicurezza di acquiferi contaminati (2 CFU).

Organizzazione dell'insegnamento

- Lezioni: 60 ore
- Esercitazioni in aula: 20 ore
- Tutoraggio: 40 ore

Docente

Alberto CINA

CFU

6

Presentazione

L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le conoscenze sui moderni metodi di posizionamento e sulle tecniche integrate di rilievo e gestione dei dati territoriali, a supporto delle Ingegnerie "Civile" e "Ambiente e Territorio". Sono trattati i principi di misura GNSS, LiDAR, inerziali, fotogrammetria, la loro integrazione in un comune sistema di riferimento, l'elaborazione statistica delle misure, la restituzione di prodotti cartografici e la loro gestione con GIS. Vengono svolte esercitazioni di misura e trattamento dati con riferimento a casi reali che permettono di arrivare a modelli 3D del territorio per il monitoraggio dei fenomeni che su esso incidono, per la realizzazione di infrastrutture e integrazione e gestione di dati in ambiente GIS.

Risultati attesi

1. Conoscenza dei principi teorici alla base delle diverse tecniche di misura, progetto ed esecuzione dei rilievi, elaborazione dei dati con analisi dei risultati e loro valutazione statistica.
2. Capacità di eseguire misure con ricevitori GPS/GNSS, stazioni totali, laser a scansione, sensori inerziali, fotogrammetria digitale, scelta delle tecniche ottimali di rilievo e loro integrazione per la realizzazione di prodotti cartografici.
3. Capacità di elaborazione delle misure acquisite sul terreno o da esempi proposti, sviluppo autonomo di procedure di calcolo, realizzazione di cartografia e modelli 3D, gestione di dati territoriali con GIS.
4. Capacità di applicare le tecniche della Geomatica al rilievo del territorio e delle opere d'ingegneria, monitoraggio dei movimenti e delle deformazioni per la protezione del territorio e delle strutture, tracciamento per la realizzazione di opere d'ingegneria.



Programma

Trattamento delle misure: richiami su minimi quadrati, relazione tra osservazioni e residui, test minimi quadrati e inferenza, data-snooping, affidabilità interna ed esterna. Minimi quadrati sequenziali e concetti sul filtro di Kalman per l'integrazione delle misure provenienti da diversi sensori, per la navigazione geodetica e in tempo reale. **Posizionamento GNSS (Global Positioning System):** richiami sui sistemi GNSS (GPS, Glonass Galileo Beidou) e sul posizionamento di codice e di fase. Errori nel GNSS, posizionamento relativo e differenziale. Stazioni permanenti e reti NRTK per il posizionamento in tempo reale, sistemi di riferimento inerziali, ECEF e loro trasformazioni. GNSS e altimetria. **Posizionamento inerziale IMU (Inertial Measurement Unit):** principi fisici, giroscopi, accelerometri e magnetometri. Piattaforme inerziali e calcolo di posizione, velocità, assetto. *Bias* negli IMU e integrazione con GNSS e altri sensori.

Posizionamento LiDAR (Light Detection And Ranging): principi di funzionamento dei laser a impulsi e a misure di fase. Echi e impulsi di ritorno del segnale. LiDAR terrestri e aereo, progetto delle scansioni e loro registrazione.

Fotogrammetria: principi, equazioni di collinearità e orientamenti fotogrammetrici. Camere digitali e progetto della presa. Ricerca automatica di punti omologhi. Triangolazione aerea e fotogrammetria diretta. Raddrizzamento, ortofoto, modelli digitali DTM e DSM. Posizionamento tridimensionale integrato: rilievi ad alto rendimento con Mobile Mapping System (MMS) in applicazioni terrestri e aeree.

GIS (*Geographic Information System*): elementi costitutivi, tipologie, dati geo-spaziali e metadati, sistemi di riferimento. Fonti dei dati geografici, geo-portali, servizi VMS e standard europei. Principali analisi e classificazioni possibili in ambito territoriale e ambientale.

Applicazioni ingegneristiche. Tracciamento di opere di ingegneria: dal progetto alla realizzazione dell'opera, problemi geodetici e cartografici, sistemi di riferimento isometrici ed esempi operativi. Monitoraggio dei movimenti e delle deformazioni: impianto della rete di controllo, test di significatività sullo spostamento dei vertici e considerazioni operative.

Organizzazione dell'insegnamento

Il corso è organizzato in 44 ore di lezione e 16 di esercitazione, suddivise in squadre. Le esercitazioni si svolgono in parte sul terreno e in parte presso i Laib. Viene realizzato un rilievo di una zona d'interesse con strumenti GNSS, stazioni totali, LiDAR, prese fotogrammetriche, misure RTK per rilievo e tracciamento.

Vengono elaborate, con software noti in ambito scientifico e professionale, le misure rilevate o quelle da casi proposti, valutata statisticamente la precisione e l'affidabilità delle misure e dei prodotti cartografici 3D realizzati, per una loro gestione con strumenti GIS.

Docente

Renato Maria COSENTINI

CFU

6

Presentazione

Il rischio sismico associato a una singola opera o a un ambito territoriale dipende da un insieme di fattori concomitanti che devono essere esplicitamente quantificati in sede di progettazione preliminare o di pianificazione territoriale. Il primo elemento fondamentale è rappresentato dalla stima dell'azione sismica attesa ossia del livello di scuotimento prevedibile in relazione all'arco temporale di interesse e alla localizzazione. La valutazione quantitativa della pericolosità sismica richiede la conoscenza delle potenziali sorgenti sismiche e dei meccanismi di trasmissione delle onde sismiche generate dal terremoto. Il secondo elemento è rappresentato dalla vulnerabilità sismica, ovvero la capacità di resistere, che attiene alla specifica costruzione o al patrimonio costruito di una determinata area. Infine è necessaria la quantificazione degli elementi esposti al rischio che deve tenere conto anche delle possibili conseguenze indirette associate al crollo o danneggiamento (ad esempio rilascio di sostanze tossiche o interruzione di reti di trasporto strategiche per i soccorsi). L'insegnamento si propone di formare le basi per la valutazione quantitativa del rischio sismico dal punto di vista territoriale e delle singole strutture civili ed industriali. Vengono trattati gli elementi fondamentali per la valutazione: pericolosità attesa, vulnerabilità sismica delle strutture, esposizione. La combinazione di questi consente la definizione di una classe di rischio in accordo ad una specifica analisi multi-parametrica. Infine, si considerano le implicazioni del rischio sismico nelle valutazioni di fattibilità di opere di nuova realizzazione e di adeguatezza del patrimonio esistente, includendo le analisi di microzonazione che consentono la pianificazione urbanistica alla scala territoriale.

Risultati attesi

Al termine dell'insegnamento si chiederà allo studente di:

- conoscere i modelli deterministici e probabilistici di previsione della pericolosità sismica,
- conoscere gli standard utilizzati nelle valutazioni di pericolosità sismica a livello nazionale ed internazionale,
- applicare i modelli di previsione della pericolosità sismica di un territorio,
- conoscere e saper opportunamente valutare l'influenza delle condizioni stratigrafiche e topografiche locali che incidono sulla trasmissione del moto sismico,
- conoscere gli elementi per una valutazione quantitativa della vulnerabilità sulla base delle tipologie costruttive più diffuse, sia in relazione al patrimonio edilizio sia a quello infrastrutturale, differenziando le problematiche relative alle nuove costruzioni e al patrimonio costruito esistente,
- saper eseguire una valutazione della vulnerabilità di diverse tipologie di costruzioni,
- conoscere i criteri per la costruzione di una specifica metrica che consenta una valutazione quantitativa dell'esposizione,
- saper combinare i diversi elementi nell'ambito di una analisi multicriteria per la definizione di opportune matrici di rischio
- conoscere gli aspetti di pianificazione che possono consentire la riduzione del rischio (es. studi di microzonazione sismica del territorio).

Organizzazione dell'insegnamento

L'insegnamento comprende lezioni teoriche ed esercitazioni. Le esercitazioni saranno propedeutiche alla redazione di una relazione di rischio sismico che verrà predisposta dagli studenti. Esempi pratici relativi a terremoti pregressi ed analisi di pericolosità, anche alla scala territoriale, verranno presentati per far acquisire familiarità sugli argomenti oggetto dell'insegnamento. Le lezioni teoriche e le esercitazioni saranno erogate in aula e/o online in sincrono. Gli studenti dovranno redigere, organizzandosi in gruppi di massimo 4 persone, un elaborato finale che consiste nella valutazione del rischio sismico per una struttura e del territorio di un comune italiano a scelta.

TELERILEVAMENTO E OSSERVAZIONE DELLA TERRA

Docente

Martina Di RITA

CFU

6

Presentazione

L'insegnamento di telerilevamento e osservazione della Terra per Ingegneria Ambientale fornisce le conoscenze teoriche e le competenze operative relativamente ai fenomeni fisici alla base del telerilevamento, ai sistemi di acquisizione dei dati e al trattamento delle immagini acquisite da sensori a bordo di piattaforme aeree e satellitari. Particolare attenzione verrà posta al telerilevamento ottico multispettrale satellitare finalizzato all'analisi territoriale e alla generazione di mappe con tematismi di natura ambientale. Particolare attenzione verrà data alla conoscenza e all'utilizzo di dati satellitari gratuiti a media risoluzione spaziale utili per indagini alla scala territoriale e di paesaggio.

Risultati attesi

Alla fine di questo insegnamento lo/la studente sarà in grado di: • conoscere i presupposti teorici legati al telerilevamento e all'osservazione della Terra; • formulare un giudizio sulla tipologia e qualità dei dati telerilevati; • individuare la tipologia di dato necessario per uno specifico scopo e flusso di lavoro; • usare i principali algoritmi per l'elaborazione di immagini satellitari; • cercare e ottenere immagini multispettrali da piattaforme web open-access; • interpretare i dati telerilevati ed estrarre informazione ad alto valore aggiunto; • creare mappe di classificazione e valutarne l'accuratezza.

Programma

- Introduzione al Telerilevamento: definizione, storia, vantaggi e applicazioni.
- Energia elettromagnetica: definizione e leggi fisiche fondamentali.
- Interazioni tra energia elettromagnetica e atmosfera: finestre atmosferiche e fenomeni di assorbimento e diffusione.
- Interazione tra energia elettromagnetica e superfici: riflessione, assorbimento e trasmissione.
- Firme spettrali e indici spettrali.
- Cenni di percezione visiva e colorimetria.
- Caratteristiche dei sistemi di osservazione per l'osservazione della Terra.
- Caratteristiche operative dei dati: scala e risoluzione.
- I sensori digitali per l'osservazione della Terra: sensori attivi e passivi.
- Tipologie di satelliti per l'Osservazione della Terra.
- Le immagini e le loro caratteristiche: i pixels, le bande, gli istogrammi di frequenza, gli scatterogrammi.
- Fondamenti di fotointerpretazione.
- Tecniche di elaborazione delle immagini: miglioramento radiometrico, pre-processamento geometrico e pre-processamento radiometrico.
- I programmi satellitari con dati ad accesso libero (Landsat, Copernicus, ...).
- Classificazione delle immagini: mappa di uso del suolo e valutazione dell'accuratezza.

Organizzazione dell'insegnamento

L'insegnamento è organizzato in lezioni teoriche ed esercitazioni svolte mediante l'utilizzo del software Envi. Le prime sono dedicate alla presentazione degli aspetti teorici e metodologici dei fenomeni presi in esame; le seconde sono finalizzate a comprendere, dal punto di vista operativo, le modalità di gestione, processamento ed estrazione di informazione da dati acquisiti da sensori posti a bordo di piattaforme satellitari.

MISURE GEOFISICHE E METEOROLOGICHE

Docenti

Chiara COLOMBERO - Alessandro BATTAGLIA

CFU

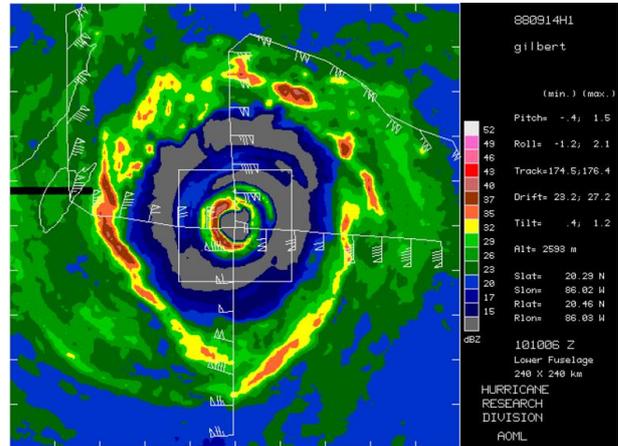
6

Presentazione

L'orientamento "Gestione dei rischi naturali" (LM in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio) è volto a formare una figura professionale in grado di analizzare e comprendere i fenomeni naturali e i rischi antropici derivanti da alluvioni, frane, terremoti ed eventi climatici estremi, progettare interventi di adattamento e mitigazione, sistemi di monitoraggio. In questo contesto, l'insegnamento tratta i fondamenti teorici e applicativi di metodi geofisici e meteorologici per la caratterizzazione e il monitoraggio di elementi geologici e antropici esposti a rischi naturali e per la previsione e la gestione degli stessi.

Risultati attesi

Al termine dell'insegnamento, gli studenti e le studentesse avranno una buona conoscenza dei fondamenti di teoria riguardanti le varie metodologie geofisiche/meteorologiche, delle proprietà dei materiali e dei principi fisici coinvolti nei vari metodi d'indagine.



Saranno inoltre in grado di:

- selezionare e dimensionare le misure geofisiche/meteorologiche più adatte al contesto applicativo richiesto,
- elaborare i dati derivanti dalle diverse misure geofisiche/meteorologiche con apposite metodologie, software e/o codici sviluppati durante le lezioni/esercitazioni,
- interpretare i risultati per le diverse problematiche ambientali, a supporto di interventi di monitoraggio, adattamento e mitigazione dei rischi naturali.

Programma

MISURE GEOFISICHE (4 CFU)

- Introduzione alla geofisica applicata. Richiamo delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali e dei fluidi geologici. Introduzione ai metodi inversi in geofisica.
- Fondamenti di analisi del segnale.
- Metodi sismici attivi e passivi: richiamo dei fondamenti teorici sulla propagazione delle onde sismiche, sismica a rifrazione, analisi delle onde superficiali, monitoraggio con sismica passiva, leggi petrofisiche, applicazioni dei vari metodi alla caratterizzazione e al monitoraggio di rischi naturali.
- Metodi elettrici: richiamo dei fondamenti teorici, leggi petrofisiche, tomografie di resistività elettrica e applicazione alla caratterizzazione e al monitoraggio dei rischi naturali.
- Metodi elettromagnetici: richiamo dei fondamenti teorici di elettromagnetismo, ground-penetrating radar e applicazioni ai rischi naturali.

MISURE METEOROLOGICHE (2 CFU)

- Introduzione alla meteorologia ed alle principali grandezze meteorologiche (temperatura, pressione, umidità relativa, precipitazione, venti).
- Metodologie per la misura in-situ di grandezze meteorologiche (sensori per radiosondaggi, stazioni meteorologiche).
- Fondamenti di telerilevamento: propagazione e backscattering di onde elettromagnetiche.
- Metodi di telerilevamento attivo e passivo di grandezze meteorologiche: tecniche lidar, radar e radiometriche per il profilamento di temperatura, precipitazioni, nubi, venti, umidità.

Organizzazione dell'insegnamento

L'insegnamento prevede 60 ore di lezione (6 CFU). 40 ore sono dedicate al modulo di Misure Geofisiche e 20 ore sono relative al modulo di Misure Meteorologiche. Entrambi i moduli prevedono lezioni frontali introduttive (34 ore per Misure Geofisiche – 14 ore per Misure Meteorologiche) seguite da esercitazioni in aula e in laboratorio (6 ore per ciascun modulo). Durante le esercitazioni, gli studenti/le studentesse affronteranno in maniera pratica, multimetodologica e multidisciplinare l'acquisizione, l'elaborazione e l'interpretazione di dati geofisici e meteorologici relativi a uno o più casi di studio riguardanti rischi naturali (es. frane, alluvioni, eventi climatici estremi e relativa interazione con le infrastrutture esistenti).



INFRASTRUTTURE RESILIENTI

Docente

Claudio OGGERI

CFU

8

Presentazione

Il corso si propone di fornire agli allievi ingegneri modi di valutazione dei contenuti del progetto ed operativi delle fasi di realizzazione di infrastrutture interagenti con il territorio, tenuti in conto i moderni criteri di sicurezza, durabilità, monitoraggio delle prestazioni e resilienza.

Seguendo gli aspetti legati alla normativa, alla gestione di mezzi e personale, alla qualificazione tecnica dei materiali, agli impianti ed alle macchine dei cantieri connessi ad opere di scavo, civili ed ambientali, sono esaminati i singoli componenti collegati tra loro dal denominatore della sicurezza operativa e compatibilità territoriale.

Risultati attesi

L'allievo ingegnere, guidato alla comprensione ed organizzazione delle singole componenti che formano il sistema infrastrutturale, sarà in grado di comprendere i requisiti progettuali, costruttivi ed organizzativi del cantiere. Tale obiettivo è basato sulla multidisciplinarietà quale requisito imprescindibile, dato il taglio ingegneristico e applicativo dell'insegnamento. Saranno pertanto affrontati aspetti legati alla caratterizzazione e compatibilità di sito, alla valutazione delle azioni e alla qualificazione dei materiali, alla logistica dei cantieri, alle tecniche reticolari gestionali, ai criteri ambientali minimi, alla organizzazione e conduzione del progetto nelle varie fasi e in base ai ruoli operativi previsti dalle normative.

Al termine del corso lo studente saprà:

- classificare l'ambito dell'infrastruttura e le sue criticità,
- classificare l'ambito operativo del cantiere (di scavo, di costruzione infrastrutturale, di bonifica ambientale etc),
- individuare i principali aspetti di procedura tecnica ed amministrativa, di conoscenza delle caratteristiche di mezzi d'opera e dei materiali impiegati,
- conoscere i fondamenti degli Eurocodici e delle Norme Tecniche per le Costruzioni,
- gestire gli spazi per scavi e per l'evoluzione della cantierizzazione,
- fornire un quadro sintetico e motivato di indagini, controlli, collaudi e monitoraggi connesso all'evoluzione del cantiere,
- costruire un cronoprogramma e un diagramma reticolare delle risorse connesse al cantiere,
- interpretare i documenti tecnico progettuali del cantiere in relazione al livello di progettazione (elenco prezzi, computo metrico, capitolato, quadro economico, piano di gestione ambientale del cantiere),
- riconoscere gli aspetti basilari della sicurezza operativa del cantiere, ivi compresa viabilità e segnaletica.

Tali abilità saranno concretizzate grazie allo svolgimento di un'esercitazione pratica di un caso reale assegnato.

Programma

• L'ambiente naturale e quello costruito: interferenze, vincoli e criticità, preesistenze e lasciti. • L'infrastruttura (cioè il prodotto) ed il cantiere di scavo e costruzione (cioè il processo per ottenere il prodotto): interdipendenza. • I requisiti di durabilità, manutenibilità, resilienza, sicurezza, economicità, funzionalità. • Norme tecniche per le costruzioni ed Eurocodici. • Indicazioni sul rischio connesso al sito, sulla vulnerabilità del territorio circostante e sulla possibilità di collassi strutturali durante la realizzazione. Rischi connessi alle grandi opere. • Effetti di una gestione in esercizio non corretta delle opere. La gestione dei cantieri e le controversie. La "social acceptance" e la "reclamation". • Il piano di gestione ambientale. La sostenibilità ambientale ed i CAM. Effetti indesiderati su falda, ambiente, traffico, subsidenze, vibrazioni.

• La classificazione dei cantieri. • La normativa di riferimento: lavori ed opere pubbliche, affidamento, progettazione, esecuzione, controllo dei lavori. • I documenti tecnico - progettuali: livelli della progettazione, relazioni di calcolo, elaborati grafici, cronoprogramma, capitolato generale e speciale, elenco prezzi ed analisi prezzi, computo metrico estimativo, quadro economico. • Le figure professionali ed i loro ruoli tecnici e contabili nella conduzione del cantiere; avanzamento lavori, riserve, varianti, collaudi in c.o. e finali, la perizia in caso di controversia. La Conferenza dei Servizi. • Il Project Management ed il Project Manager, La Qualità nel progetto di un'opera sul territorio. • La programmazione nel cantiere. Tecniche reticolari (PERT) e lineari (GANTT). • Energia, materiali impiegati e condizioni transitorie tipiche dei cantieri durante la realizzazione delle opere. • Viabilità e accesso al cantiere. • Cenni: la produzione di aggregati impianti di trattamento inerti; cenni alle cave di prestito per le infrastrutture; cenni alla gestione delle T&R da scavo, degli smarini e loro reimpiego. • Sostenibilità delle discariche di inerti e smarini. • Impianti specifici: consolidamento con miscele, trasporti di torbide, nastri, casseforme. • Altri materiali da cantiere: conglomerati cementizi e bituminosi, i materiali geosintetici. • I controlli sui materiali, le prove di collaudo, le misurazioni in cantiere. • Il monitoraggio geomeccanico ed ambientale dei cantieri (a breve termine) e delle opere infrastrutturali (a lungo termine), il monitoraggio per infrastrutture in ambito montano ed urbano.

Organizzazione dell'insegnamento

Il corso è composto da lezioni ed esercitazioni. La prima parte viene dedicata all'inquadramento delle opere, alle tecniche realizzative, ai materiali impiegati, ai monitoraggi ed ai collaudi, alla casistica dei cantieri (50 h) e la seconda parte agli aspetti normativi - procedurali e tecnico - gestionali (30 h). Durante il corso sono proposti alcuni esercizi per fissare i concetti esposti a lezione.

Parimenti una esercitazione multidisciplinare verrà svolta a squadre, completata e prodotta per l'esame. In caso di disponibilità di cantieri di opere pubbliche, di bonifica o estrattivi sarà effettuata una visita tecnica.

La frequenza al corso e la redazione degli appunti di lezione è fondamentale e indispensabile ai fini dell'apprendimento.



RISCHIO ALLUVIONALE

Docente

Daniele GANORA

CFU

8

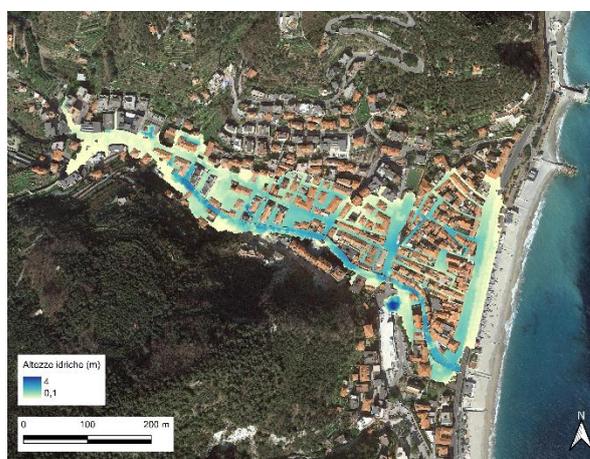
Presentazione

Gli eventi idrologici estremi, come piogge intense e piene fluviali, rappresentano fenomeni avversi che provocano ingenti danni economici e mettono a rischio la vita delle persone. La conoscenza di questi fenomeni e dei processi che li generano consente la pianificazione e la progettazione di interventi per la mitigazione del loro impatto. In questo contesto, l'insegnamento si propone di illustrare gli aspetti fondamentali relativi alla identificazione, quantificazione e mitigazione del rischio alluvionale derivante dagli estremi idrologici. In particolare, verranno illustrati i principi normativi alla base della pianificazione territoriale in materia di rischio alluvionale; le metodologie di analisi idrologica e idraulica per la quantificazione dei fenomeni e del loro impatto sul territorio; le soluzioni progettuali per la riduzione del rischio.

Risultati attesi

Al termine dell'insegnamento lo studente conoscerà il contesto normativo vigente in ambito di rischio alluvionale, i processi legati alla formazione delle piene, all'evoluzione della morfologia fluviale e alla dinamica delle inondazioni, oltre agli approcci per la riduzione del rischio. Avrà inoltre sviluppato la capacità di utilizzare strumenti modellistici per rappresentare in maniera quantitativa i fenomeni idrologici e idraulici, e le tecniche di mappatura di pericolosità e rischio alluvionale a cui sono esposte persone e beni.

Lo studente utilizzerà i metodi e le tecniche apprese nel corso per identificare in maniera autonoma le criticità esistenti sul territorio e impostare un'analisi quantitativa del rischio alluvionale, compresi il reperimento e la pre-analisi dei dati, la scelta delle specifiche tecniche di modellazione idrologica e idraulica, l'identificazione e la discussione critica delle diverse soluzioni per la riduzione del rischio.



Programma

1. Principi introduttivi e quadro normativo
 - a. Fasi della pianificazione
 - b. Concetto di rischio e pericolosità
 - c. Fonti documentali e dati
2. Pericolosità idrologica
 - a. Metodi statistici per stime delle portate di piena in bacini strumentati
 - b. Metodi statistici regionali per stima delle portate di piena in bacini non strumentati
 - c. Valutazione dell'idrogramma di piena
 - d. Stima dell'incertezza
3. Pericolosità idraulica
 - a. Principi di modellazione delle aree allagabili
 - b. Costruzione di un modello idraulico bidimensionale e sua calibrazione
 - c. Costruzione di mappe di pericolosità e rischio
4. Evoluzione morfologica di un alveo in condizioni di piena
5. Opere di mitigazione del rischio alluvionale: caratteristiche e criteri di dimensionamento idraulico
6. Sicurezza idrologica e idraulica delle dighe

Organizzazione dell'insegnamento

L'insegnamento prevede lezioni frontali ed esercitazioni al computer durante le quali si studieranno casi studio reali. È previsto l'utilizzo della modalità flipped classroom (somministrazione in anticipo di alcuni contenuti in forma di video e/o testo e successiva discussione interattiva in aula) per alcuni argomenti. Potranno essere organizzati seminari su tematiche specifiche erogati da esperti del settore. Le esercitazioni saranno svolte in gruppi di 3-4 persone; i risultati saranno raccolti in una relazione finale che sarà oggetto di valutazione ai fini dell'esame.

PREVENZIONE E PROTEZIONE DAI RISCHI CLIMATICI

Docenti

Paola MAZZOGLIO - Pierluigi CLAPS

CFU

6

Presentazione

Scopo del corso è presentare le modalità di valutazione della resilienza delle comunità e degli insediamenti ai rischi collegati all'impatto dei cambiamenti climatici. Policy makers, decisori, Imprese, progettisti e cittadini si interrogano su quanto debbano modificarsi le azioni di prevenzione dai rischi naturali, nell'evoluzione climatica attuale, provando ad evidenziare i casi in cui ci si attende intensificazione dei fenomeni. Verranno a tal fine illustrate le modalità attraverso le quali diversi attori nazionali e sovranazionali richiedono esplicite valutazioni dei rischi climatici sugli insediamenti urbani e sugli asset critici delle aziende, anche attraverso Piani di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Nell'ambito della fondamentale necessità di assicurare protezione alle persone, verranno illustrati i principi cardine della protezione civile e le metodiche di redazione dei piani comunali di emergenza, considerandone l'effettiva attuazione mediante esame di piani attualmente in vigore.

Risultati attesi

Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- costruire indicatori analitici di rischio climatico (oltre che fisico) su insediamenti e infrastrutture,
- riconoscere i fattori climatici di intensificazione da considerare in interventi di prevenzione,
- padroneggiare i principi ed i metodi alla base della pianificazione di protezione civile.

Programma

1. Indirizzi Normativi e introduzione tecnica

Tassonomia europea e rischi climatici

Gli stress-test sui rischi climatici del settore assicurativo e bancario

Classificazioni di valore e di vulnerabilità degli asset

Piani di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

Rischi naturali con rilevante connotazione climatica: Siccità e ondate di calore, Nubifragi eccezionali e alluvioni urbane, Tempeste di vento, Incendi

2. Evoluzione dei principi di prevenzione

Determinazione di indicatori climatici di rischio

Curva di Farmer e aggiornamenti degli obiettivi di prevenzione alla luce dei cambiamenti climatici

Eventi calamitosi emblematici e connessione con i cambiamenti climatici: Alluvioni passate e recenti, sia localizzate che estese, Tempeste di vento, Eventi in alta montagna, Incendi, instabilità diffuse del terreno.

3. Protezione dai rischi climatici

Contenuti e finalità di un piano di protezione civile: Scenari di evento, Scenari di rischio, Modello di intervento

Scenari di evento ad elevata scala di dettaglio: allagamenti urbani

La gestione dell'allertamento nella pianificazione di emergenza

Fasi di redazione di un piano e confronto con piani esistenti

Organizzazione dell'insegnamento

Gli allievi, suddivisi in gruppi di 3-5 persone, svolgeranno valutazioni di indicatori climatici e di analisi di valore di asset fisici in un'area a loro scelta. Redigeranno, per la stessa area, uno schema di progetto di Piano comunale di Protezione Civile, confrontandolo con quello in vigore.

Docente

Pierpaolo ORESTE

CFU

12

Presentazione

La figura professionale dell'ingegnere è caratterizzata da una cultura della sicurezza compenetrata nella propria formazione. Tale base formativa necessita di un implemento specificamente rivolto alla corretta gestione della sicurezza nella fase di realizzazione del progetto; in particolare sono necessari elementi di sicurezza del lavoro quali la prevenzione degli infortuni e delle malattie dei lavoratori sui luoghi di lavoro e il contenimento dell'impatto verso l'esterno delle varie tipologie di attività. Seguendo tale impostazione il corso nella prima parte fornisce agli allievi ingegneri nozioni finalizzate a renderli in grado di affrontare i problemi di identificazione dei fattori di pericolo, di quantificazione e gestione dei rischi ai fini dell'analisi e costruzione della sicurezza del lavoro. Per quanto specificatamente attiene alle problematiche di igiene industriale, sono impartite nozioni sulle tecniche di quantificazione della concentrazione degli inquinanti e sulla determinazione delle condizioni espositive dei lavoratori mediante misure; sono inoltre discussi gli aspetti di rilevamento e controllo delle emissioni. Le tematiche oggetto del corso sono affrontate, oltre che tramite una fase teorica preliminare, anche attraverso esemplificazioni tratte da casi reali e con lo sviluppo di analisi assistite da parte degli allievi. Nella seconda parte vengono approfonditi gli aspetti di sicurezza nei cantieri temporanei e mobili. Gli argomenti trattati sono stati impostati in modo coerente con quanto previsto in art. 98 D.Lgs 9-4-08 n.81 e s.m.i.

Risultati attesi

Al termine del corso l'allievo potrà affrontare problemi legati all'analisi e gestione della sicurezza ed in particolare sarà in grado di identificare i fattori di pericolo, quantificare e gestire i rischi per la sicurezza nei luoghi di lavoro, quantificare le conseguenze sulla sicurezza e salute in problemi elementari, analizzare in modo critico scenari incidentali. Il superamento dell'esame consente di ottenere i requisiti per poter operare come Coordinatore per la Progettazione e Coordinatore per la Esecuzione (art. 98 D.Lgs 9/4/08 n.81 e s.m.i.).

Programma

PRIMA PARTE (6 CFU) • Legislazione di base in materia di sicurezza e di igiene sul lavoro; la normativa contrattuale inerente gli aspetti di sicurezza e salute sul lavoro; il Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro; metodologie per l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi; la disciplina sanzionatoria e le procedure ispettive; • Criteri metodologici di elaborazione dei documenti di sicurezza; La stima dei costi della sicurezza; la manutenzione e il fascicolo tecnico; • Metodologie per l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi (scenari di infortuni e malattie professionali lavoro correlati); le malattie professionali e primo soccorso; il rischio elettrico e la protezione contro le scariche atmosferiche; i rischi connessi con l'uso di macchine e attrezzature di lavoro con particolare riferimento agli apparecchi di sollevamento e trasporto; i rischi fisico, chimico e da amianto; i rischi da movimentazione manuale dei carichi; i rischi di incendi ed esplosioni. I dispositivi di protezione individuali e la segnaletica di sicurezza; • Misurazione dei rischi legati ai luoghi di lavoro ed alle varie tipologie di attività. SECONDA PARTE (6 CFU) • La legislazione specifica in materia di salute e sicurezza nei cantieri temporanei o mobili e nei lavori in quota; il Titolo IV del Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro con particolare riferimento alle figure interessate alla realizzazione dell'opera: i compiti, gli obblighi, le responsabilità civili e penali; la Legge-Quadro in materia di lavori pubblici ed i principali Decreti attuativi; • Gli obblighi documentali da parte dei committenti, imprese, coordinatori per la sicurezza; • Il rischio negli scavi, nelle demolizioni, nelle opere in sotterraneo; i rischi di incendi ed esplosioni in galleria; i rischi connessi con formazioni rocciose contenenti amianto; l'organizzazione in sicurezza del cantiere e il cronoprogramma specifico; • Cantieri lineari: caratteristiche, programmazione lavori, organizzazione in sicurezza; • Rischi di caduta dall'alto; ponteggi e opere provvisorie e i rischi nei lavori di montaggio e smontaggio di elementi prefabbricati. • Contenuti minimi dei piani di Sicurezza e Coordinamento, Piano Operativo di Sicurezza; i rapporti con la committenza, i progettisti, la direzione dei lavori, i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza.

Organizzazione dell'insegnamento

Il corso è organizzato in lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche. Durante il corso gli studenti svolgono esercitazioni a gruppi assistite dai docenti; è prevista una relazione finale del lavoro svolto. Agli studenti è, inoltre, richiesto di sviluppare un approfondimento di un argomento specifico da inserire in un Piano di Sicurezza e Coordinamento oppure in un Piano Operativo di Sicurezza, con la supervisione dei docenti.

ATTIVITA' DI NETWORKING E SVILUPPO PROFESSIONALE DEGLI STUDENTI



Visita tecnica alla frana del Vajont



Visita al sito Eni di Robassomero (bonifica del suolo)



Misure di portata sul fiume Orco



Test di caratterizzazione di un sito contaminato



Visita tecnica alle grotte di Bossea



Partecipazione alla Conferenza annuale di Scienze del Clima



Incontro di fine semestre

