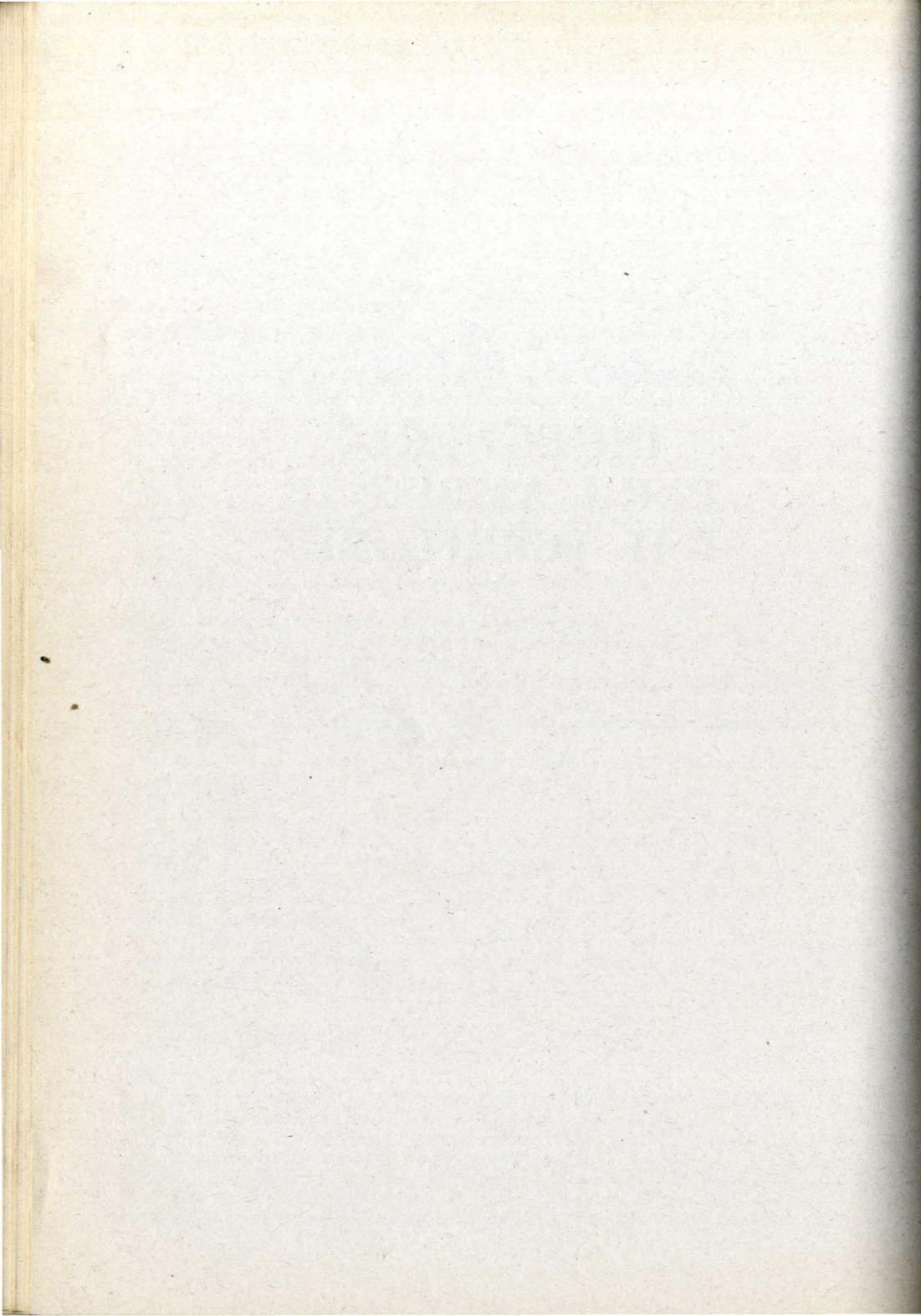


**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
PER L'AMBIENTE
E IL TERRITORIO**



Premessa

Il Corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio, pur traendo le sue prevalenti forze didattiche dal soppresso Corso di laurea in Ingegneria mineraria, conglobandone le basi culturali e professionali, ne amplia gli orizzonti e le finalità, ispirandosi anche alle problematiche della gestione del territorio e della tutela e conservazione dell'ambiente, così da presentarsi oggi come un iter universitario intersettoriale e differenziato in un ampio spettro, rivolto a formare professionalità che trovano fondamento in discipline tipiche dell'Ingegneria civile, di quella industriale, nonché delle scienze della Terra.

Il seguente quadro sinottico ne richiama i fondamenti disciplinari, illustrando gli Indirizzi attivati ed i rispettivi Orientamenti, sin d'ora proposti.

1. Professionalità connesse al Corso di laurea

A causa dell'ampiezza dello spettro culturale e professionale, l'illustrazione degli obiettivi di formazione del Corso di laurea e degli sbocchi professionali che ne conseguono dev'essere fatta separatamente per ognuno dei 5 Indirizzi: Ambiente, Difesa del suolo, Georisorse, Geotecnologie, Pianificazione e gestione territoriale.

1.1. Ambiente

Caratteristica peculiare dell'Indirizzo «Ambiente» è una formazione a carattere ampiamente multidisciplinare, finalizzata a fornire gli strumenti culturali e progettuali, ad ampio spettro, necessari per affrontare in modo sistemico le problematiche ambientali. La figura professionale connessa a questo Indirizzo è caratterizzata dalla conoscenza approfondita dei fenomeni che hanno luogo a seguito dell'immersione nell'atmosfera e nei corpi idrici di effluenti di varia natura, originati dalle diverse attività umane.

La formazione di base consente di valutare le interazioni con l'ambiente di un dato sistema o di un dato impianto e fornisce inoltre gli strumenti metodologici e le conoscenze tecniche per gli interventi di salvaguardia.

Sulla base formativa comune si sviluppano diverse possibilità di approfondimento professionale, che corrispondono agli Orientamenti:

- 1) *Monitoraggio e modellistica ambientale,*
- 2) *Processi ed impianti,*
- 3) *Analisi dei sistemi e dei processi ambientali.*

Il primo (Monitoraggio e modellistica ambientale) è preferenzialmente orientato alla analisi dello stato dell'ambiente e degli effetti antropici su di esso, al monitoraggio ed al controllo ambientale, alla valutazione di impatto ambientale e conseguente progettazione di interventi di bonifica e ripristino.

Il secondo Orientamento (Processi ed impianti) è mirato alla analisi dei sistemi e dei processi ambientali e delle tecniche di studio idonee sia alla valutazione preventiva del rischio, sia alla pianificazione delle misure di mitigazione degli effetti indotti dalla degradazione dell'ambiente.

Il terzo Orientamento (Analisi dei sistemi e dei processi ambientali) è invece più rivolto alla tecnologia per la salvaguardia ambientale e pertanto sviluppa l'analisi di processi, le tecniche di trattamento degli effluenti e di smaltimento dei rifiuti tossici e non, le analisi di sicurezza e le valutazioni del rischio ambientale con le relative tecniche di prevenzione, le analisi tecnico-economiche comparate delle diverse opzioni.

1.2. Difesa del suolo

La figura professionale dell'ingegnere dell'Indirizzo «Difesa del suolo» è quella di un esperto nella progettazione e gestione dei sistemi di controllo dei suoli e delle strutture soggette a degrado per fenomeni naturali e per interventi antropici, così come nell'interazione fra acque superficiali e sotterranee, le strutture ed i suoli stessi.

Gli approfondimenti professionali corrispondono agli Orientamenti:

- 1) *Regimentazione delle acque,*
- 2) *Stabilità del suolo.*

Il primo si riferisce soprattutto alla progettazione di opere di difesa fluviale e marittima, per la regolazione del deflusso delle acque interne e la conservazione dei litorali, all'organizzazione e conduzione tecnica delle operazioni connesse a tali opere, anche in rapporto alla sicurezza del lavoro ed all'interferenza con l'assetto del territorio.

Il secondo (Stabilità del suolo) concerne la stabilità delle formazioni rocciose in funzione della loro costituzione e morfologia, nonché il rilievo e monitoraggio delle deformazioni dei suoli, al fine di progettare sistemi di sostegno e consolidamento di versanti naturali ed opere di sbancamento legate all'idrologia superficiale ed all'idrogeologia. Anche in questo caso l'organizzazione delle operazioni connesse con il ripristino e la bonifica dei terreni - talora a seguito di eventi geologici parossistici - prevede una buona conoscenza delle condizioni operative dei cantieri, nel quadro della sicurezza del lavoro.

1.3. *Georisorse*

L'Indirizzo è specificamente rivolto alla preparazione di un ingegnere competente nella ricerca, produzione e valorizzazione delle risorse minerarie non energetiche (minerali metalliferi ed «industriali», materiali litoidi), delle risorse minerarie energetiche (solide, liquide e gassose) e delle risorse idriche sotterranee. Le discipline ad esso afferenti - al di là dello zoccolo culturale comune a tutti gli ingegneri ed al primo gruppo di materie applicative presente in tutto il Corso di laurea intersettoriale - debbono fornire conoscenze tecniche su quattro argomenti, atte a formare un ingegnere di progetto, di campo e di controllo tecnico-gestionale:

- geologia e giacimentologia degli adunamenti di sostanze minerali, ai fini della prospezione e dell'orientamento geognostico per la prosecuzione dei lavori di sfruttamento;
- metodi di scavo e di sostegno e tecnologie connesse per i lavori di cava e di miniera (macchine, esplosivi, armature, impianti di trasporto, di servizio e di trattamento);
- metodi di progettazione strutturale e tecnico-impiantistica, organizzazione e conduzione tecnico-economica dei lavori di accesso, coltivazione e valorizzazione (studio, preparazione, esecuzione, inserimento ambientale);
- condizioni operative di cantiere e connessioni ambientali (sicurezza delle maestranze, ergonomia ed igiene del lavoro, normativa di settore, provvedimenti antiinquinamento).

Sono stati previsti tre possibili Orientamenti, assai differenziati fra di loro:

- 1) *Miniere e cave,*
- 2) *Idrocarburi e fluidi del sottosuolo,*
- 3) *Prospezione geomineraria.*

In particolare, il primo (Miniere e cave) prepara la figura dell'ingegnere «minerario» classico, indirizzato verso la progettazione e l'esercizio dell'industria estrattiva, per la coltivazione la valorizzazione dei minerali solidi (metalliferi, energetici ed «industriali») e di rocce per vari usi (pietre da costruzione e decorazione, rocce per aggregati ed inerti).

Il secondo (Idrocarburi e fluidi del sottosuolo) intende formare tecnici specialisti nell'ambito della ricerca, coltivazione, produzione e prima elaborazione degli idrocarburi liquidi e gassosi, nonché degli altri fluidi del sottosuolo (acque, vapori endogeni).

Il terzo (Prospezione geomineraria) è indirizzato alla formazione di un ingegnere che - per mezzo dell'approfondimento delle discipline delle Scienze della Terra ed usufruendo delle tecniche d'indagine geologica, geofisica e giacimentologica - è rivolto soprattutto allo studio per il reperimento e la valutazione tecnico-economica delle risorse minerali.

1.4. Geotecnologie

L'Indirizzo è specificamente rivolto alla preparazione di un ingegnere professionalmente competente nell'insediamento sul territorio di strutture comportanti scavi a cielo aperto ed in sotterraneo, atti ad ospitare funzioni della vita associata (infrastrutture civili viarie e di servizio, sbarramenti, cave di inerti, gallerie e caverne artificiali). Le discipline ad esso afferenti debbono quindi fornire conoscenze tecniche su quattro argomenti, atti a formare un ingegnere di progetto, di direzione lavori, di cantiere e di controllo tecnico-gestionale:

- geologia applicata, meccanica dei suoli e delle rocce;
- metodi di scavo e di sostegno e tecnologie connesse per scavi a cielo aperto ed in sotterraneo (macchine, esplosivi, armature, impianti di trasporto e di servizio);
- metodi di progettazione strutturale e tecnico-impiantistica, organizzazione e conduzione tecnico-economica dei lavori, gestione dei contratti;
- condizioni operative di cantiere e situazioni ambientali, ergonomiche, di sicurezza ed igiene del lavoro, normativa di settore, tutela antiinquinamento.

Anche se sinora non sono stati previsti Orientamenti differenziati, l'Indirizzo può assumere caratteristiche più progettistiche ovvero di esercizio dei cantieri, per mezzo dell'opportuna scelta delle discipline opzionali.

1.5. Pianificazione e gestione territoriale

L'Indirizzo specifico per la Pianificazione e gestione territoriale corrisponde ad una figura professionale di formazione multidisciplinare, atta a mettere in evidenza ed a proporre soluzioni alle problematiche della difesa e dell'uso del territorio, con attenzione non solo all'ambiente fisico, ma anche a quello antropizzato, tenendo quindi conto delle utenze reali della nostra società.

In particolare, il citato Indirizzo si articola in tre Orientamenti, distinti e finalizzati a settori di maggiore specializzazione, in:

- 1) *Urbanistica*,
- 2) *Infrastrutture*,
- 3) *Uso delle risorse*.

L'Orientamento «Urbanistica» è suggerito per chi intende interessarsi ai problemi specificamente connessi con la pianificazione urbanistica, dagli strumenti generali (Piani Regolatori Generali Comunali e Intercomunali) agli strumenti esecutivi (Piani di lottizzazione, per la programmazione urbanistica regionale e comprensoriale).

L'Orientamento «Infrastrutture» è suggerito per chi intende dedicarsi allo studio od alla realizzazione delle grosse infrastrutture urbanistiche del territorio (strade, idrovie, aeroporti, ferrovie, fognature, distribuzioni di energie, ecc.) ovvero alla valutazione del loro impatto sull'ambiente (conosciuto e non), ed ancora alla difesa del territorio inteso come bene irripetibile.

Infine l'Orientamento «Uso delle risorse» è rivolto a coloro i quali intendono dedicarsi, più in dettaglio, alle problematiche connesse con l'uso del territorio, inteso come risorsa da tutelare e difendere, ad esempio: l'utilizzazione delle cave di prestito e la loro riqualificazione ambientale, con usi congruenti con il territorio circostante.

2. Articolazione del curriculum accademico

Le possibili differenziazioni professionali dei laureati in Ingegneria per l'ambiente e il territorio richiedono d'impostare sequenze didattiche assai varie.

Di conseguenza, il substrato culturale comune al Corso di laurea è basato su discipline metodologiche e propedeutiche, presenti in tutti i Corsi di laurea in Ingegneria, nonché su alcune materie applicativo-tecniche, da ritenersi facenti parte del bagaglio culturale di ogni laureato ingegnere.

Pertanto verranno di seguito illustrati:

- a) il complesso delle discipline comuni ai vari corsi di laurea in Ingegneria, avuto riguardo alle caratteristiche dell'Ingegneria per l'ambiente e il territorio;
- b) il quadro delle materie ingegneristiche di base, comuni a tutti gli indirizzi;
- c) l'ulteriore sequenza dei corsi obbligatori ed a scelta proposti per ogni indirizzo, con indicazioni sui rispettivi Orientamenti.

2.1. Discipline di raggruppamenti comuni a tutte le Facoltà di Ingegneria

Lo schema del piano didattico comprende anzitutto una scelta di discipline propedeutiche, di carattere matematico, fisico, chimico, informatico, comuni a tutti gli indirizzi. Insieme ai corsi di *Analisi matematica I*, *Geometria* ed *Analisi matematica II*, è stata individuata una quarta disciplina matematica nel *Calcolo numerico*, che oggi trova un motivo di introduzione nelle moderne esigenze delle discipline applicative fondate su metodologie numeriche (campi di forze, ripartizioni di grandezze e loro flussi, interpretazione dei processi stocastici). Nulla di formalmente mutato nelle discipline fisiche, che rimangono la *Fisica I* e la *Fisica II*: in questo ambito risultano fondamentali per le successive applicazioni nei vari indirizzi i temi della metrologia, della cinematica, una semplice ottica geometrica (per applicazioni negli strumenti di osservazione, analisi microscopica e misura), la termologia e la termodinamica di base, i fondamenti dell'elettricità e del magnetismo. Nemmeno sono state richieste innovazioni al corso di *Chimica*, che deve mantenere il suo programma nell'ambito della Chimica generale ed inorganica, con elementi di chimica organica, per servire da introduzione ai corsi più specialistici, distribuiti in aree disciplinari svariate (dalla chimica applicata a quella industriale-ambientale, alla mineralogia, al trattamento fisico-chimico dei minerali, alla geochimica e geogiacimentologia genetica).

Per approfondire il primo approccio con i temi informatici, oggi già presente nei programmi di studio dell'istruzione secondaria, è stato previsto nel primo anno di tutti gli indirizzi un corso di *Fondamenti d'informatica*, nel programma meno complesso ed impegnativo, pur nella riserva di adeguare i contenuti ed eventualmente di spostarne la collocazione, nell'eventualità in cui le conoscenze di base dei neoiscritti alle Facoltà d'Ingegneria evolvano nel senso di un approfondimento più spinto.

Mentre tutte le discipline ora citate sono inserite nel primo biennio di studi ed assumono un marcato carattere propedeutico, una nuova materia d'impostazione comune a tutte le facoltà d'Ingegneria, concernente le discipline economiche - in possibili varie sfumature più o meno tecniche, gestionali o politiche - è stata collocata al 4° oppure 5° anno e scelta in modo differenziato per l'indirizzo «Pianificazione e gestione territoriale» (ove è stata inserita la disciplina *Istituzioni di economia*, avente prevalente carattere economico-politico) e per tutti gli altri (che richiedono invece un corso tecnico di carattere più marcatamente gestionale ed hanno optato per l'*Economia applicata all'ingegneria*).

2.2. Discipline «intersettoriali» comuni al Corso di laurea

A seguito dell'eterogeneità disciplinare del corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio, il substrato culturale comune a tutti gli Indirizzi è limitato alle 8 discipline propedeutiche prima citate, alla disciplina economica (nelle sfumature politiche e gestionali summenzionate) ed a poche materie tecnico-applicative, che già sono presenti nei piani di studio dell'ingegneria mineraria tradizionale, nell'ambito della rappresentazione, delle costruzioni, dell'idraulica, topografia, elettricità, fisica applicata, meccanica ed energetica.

Ha potuto esser conservato uno sviluppo intero, comune a tutti gli indirizzi (sia pur differenziato essenzialmente nelle esercitazioni), per le materie *Topografia* (comprendente anche adeguate trattazioni della geodesia, della cartografia e dei principi di fotogrammetria, nonché elementi di teoria dell'elaborazione delle misure e soli fondamenti applicativi della strumentazione di rilevamento), *Idraulica* (per la quale non sono previste modifiche di programma essenziali, ove si eccettui la richiesta di riservare un cenno illustrativo alle macchine idrauliche) e *Scienza delle costruzioni* (fondata su un programma non mutato rispetto all'attuale); viceversa per l'*Elettrotecnica* lo sviluppo intero è mantenuto nel solo Indirizzo di Pianificazione e gestione territoriale, mentre sarà ridotto per tutti gli altri: in ogni caso è richiesto che - sulla base di una sufficiente preparazione dei principi dell'Elettricità e del Magnetismo, già presente nei corsi di Fisica - le nozioni da intendersi come fondamentali investano anche le tecnologie elettriche fondamentali (trasmissione e trasformazione dell'energia, elementi tecnico-applicativi dei motori elettrici).

Infine alle discipline di rappresentazione è stato riservato uno sviluppo annuale, scegliendo una materia di più spiccata derivazione civile (*Disegno*) per l'orientamento «Pianificazione e gestione territoriale», mentre altra materia di carattere industriale è stata adottata in tutti gli altri Indirizzi, ai quali meglio s'adatta in relazione alle loro molteplici e più differenziate esigenze, comprendenti anche l'illustrazione dei criteri di rappresentazione assistita da calcolatore (*Disegno di impianti e di sistemi industriali*).

Ulteriore disciplina - unica comune all'area delle Scienze della Terra - è stata richiesta a tutti gli indirizzi, nel campo della Geologia, strutturale od applicata: la *Litologia e Geologia* per l'indirizzo Georisorse (per il quale è richiesto un corso di base, idoneo ad impartire i fondamentali culturali per le discipline geo-giacimentologiche) ovvero la *Geologia applicata* (con eventuali apposite differenziazioni in merito alla conservazione dell'assetto territoriale, alle implicazioni geo-tecnologiche, allo studio dell'utilizzazione ottimale del territorio), per tutti gli altri.

2.3. Discipline «intersettoriali» e d'Indirizzo caratteristiche dei cinque Indirizzi e rispettive scelte di materie di Orientamento

Oltre alle materie più generali e propedeutiche, distribuite in modo relativamente omogeneo in tutti gli Indirizzi e costituenti, a seconda dei casi, 14,5 o 15 annualità, ognuno dei suddetti Indirizzi comprende ulteriormente un numero di materie sufficienti a raggiungere il numero di 20, scelte nel complesso dei raggruppamenti concorsuali caratterizzante le discipline intersettoriali, e 5 altri insegnamenti annuali (od equivalenti, ridotti od integrati), oltre a 4 materie di «Orientamento», scelte con una certa libertà entro le apposite liste di discipline opzionali. Fa eccezione l'Indirizzo Georisorse, nell'ambito del quale la notevolissima differenziazione dell'impegno professionale dei vari orientamenti richiede d'imporre un'ulteriore precisazione di competenze e di connessi obblighi didattici, rappresentata da una

scelta fra tre coppie di discipline, in alternativa, caratterizzanti in modo fondamentale gli orientamenti verso le tecniche di coltivazione e valorizzazione delle risorse minerarie solide, oppure fluide, ovvero ancora verso la ricerca geomineraria. Per quest'ultimo Orientamento pertanto le materie opzionali sono ridotte a 2: alla prudente e corretta utilizzazione delle libertà concesse dalla scelta di piani di studio individuali potrà essere devoluto il compito di ovviare almeno in parte al minor grado di libertà connesso a questa restrizione.

2.3.1 Indirizzo Ambiente

La base comune di materie elettriche, meccaniche, fisico-tecniche ed energetiche è costituita in questo Indirizzo (oltre alla citata semi-annualità di *Elettrotecnica*) da una semiannualità di *Macchine*, nella quale vengono impartiti i fondamenti delle macchine termiche e dei sistemi energetici, con particolare riguardo agli aspetti della disciplina che consentono di valutare la qualità e la quantità delle emissioni inquinanti, nonché le tecniche di contenimento delle medesime. L'insegnamento di *Macchine* è preceduto da una annualità di *Fisica tecnica*, che non solo intende fornire le basi della termodinamica applicata, indispensabili alla comprensione delle macchine termiche e dei sistemi energetico-ambientali in generale, ma completa la formazione di base dell'ingegnere fornendo i fondamenti della trasmissione del calore e della termofluidodinamica.

Gli aspetti fisici dell'ambiente che riguardano più specificatamente l'atmosfera sono trattati nell'insegnamento annuale di *Fisica dell'atmosfera*, mentre l'approfondimento degli aspetti fluidodinamici e la fenomenologia delle emissioni in atmosfera, sia di routine che di emergenza, è sviluppato nel corso annuale di *Fluidodinamica ambientale*.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle conoscenze progettuali concernenti le opere idrauliche, il curriculum didattico prevede, dopo il citato insegnamento di *Idraulica*, la disciplina *Idrologia tecnica*, che impartisce gli elementi per la progettazione degli impianti idraulici e per la valutazione dell'impatto ambientale di tipo idrologico, nonché l'insegnamento annuale di *Infrastrutture idrauliche*, inteso a fornire le basi per un corretto dimensionamento delle opere idrauliche finalizzate alla tutela dell'ambiente.

Nella formazione dell'ingegnere dell'ambiente sono altresì indispensabili le conoscenze dei principi e dei metodi analitici per il controllo e la bonifica ambientale, relativi sia all'atmosfera che all'idrosfera, la conoscenza dei processi e degli impianti per il trattamento degli effluenti, nonché degli impianti dell'industria di processo, delle tecniche atte a garantire la sicurezza e la protezione dell'ambiente. Questo complesso di conoscenze è fornito dalle discipline *Fondamenti di chimica industriale* e *Chimica industriale 1°*, oltre che da un corso integrato di *Impianti dell'industria di processo* e *Tecnica della sicurezza ambientale*, per un totale di tre annualità.

Gli elementi essenziali di conoscenza dei sistemi naturali sono forniti dall'insegnamento annuale di *Elementi di ecologia*, mentre il corso di *Modellistica e controllo dei sistemi ambientali* integra la formazione nel settore dei modelli per l'analisi previsionale ed il controllo dei sistemi ambientali.

Il quadro didattico proposto per l'Indirizzo Ambiente, riportato nella tab. 1-A, comprende quindi 25 annualità didattiche e 27 insegnamenti, di cui due integrati. Per completare il curriculum di 29 unità didattiche restano pertanto 4 annualità, caratterizzanti i tre Orientamenti illustrati nel seguito, che sviluppano le diverse possibilità di approfondimento professionale indicate al punto 1.1.

Le discipline proposte per gli Orientamenti sono riportate nella tab. 1-B.

2.3.2. *Indirizzo Difesa del suolo*

Questo Indirizzo considera i temi più specificamente fisico-geologico-geotecnici della difesa e conservazione dello stato della litosfera, più o meno antropizzato, riservando anche una particolare considerazione agli effetti dell'idrosfera sulla conservazione dell'assetto territoriale.

Facendo riferimento al curriculum dell'Indirizzo Georisorse, a cui si rimanda per l'illustrazione schematica del contenuto delle discipline comuni, il piano di studi comprende, tra queste: *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, *Energetica applicata*, *Elementi di meccanica teorica ed applicata*, *Disegno di impianti e di sistemi industriali*, il corso ridotto di *Elettrotecnica*, integrato con l'insegnamento ridotto di *Impianti minerari*, *Ingegneria degli scavi*, *Principi di geotecnica*. Quest'ultimo corso, in particolare, riveste un ruolo propedeutico all'insegnamento di *Stabilità dei pendii*, che si riferisce specificamente allo studio delle possibilità di conservazione della configurazione fisica del territorio, sia nello stato naturale, sia - e soprattutto - in funzione delle opere di modifica dell'assetto territoriale compiute dall'uomo attraverso le opere di scavo o di variazione dello stato fisico dei suoli.

Nell'ambito delle discipline ge applicative, oltre alla *Geologia applicata*, ne sottolinea il ruolo fondamentale ai fini della conservazione del suolo la presenza dell'*Idrogeologia applicata*, che intende porre in particolare evidenza le connessioni fra la circolazione delle acque, l'utilizzazione delle falde e la stabilità delle formazioni.

Fra le discipline idrauliche applicate, sono presenti poi l'*Idrologia tecnica* e le *Infrastrutture idrauliche*, delle quali fu fatto cenno a proposito dell'indirizzo Ambiente.

Infine fra le materie d'indirizzo, obbligatorie sul piano della Facoltà, ha un ruolo importante il corso di *Geofisica applicata*, che si riferisce alle possibilità di studio strumentale della costituzione e della stabilità delle formazioni, in base alle ricerche sismiche, elettriche ed elettromagnetiche, indispensabili per il riconoscimento di strutture sotterranee e per la caratterizzazione meccanica delle masse rocciose, nonché per il riconoscimento delle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni senza l'accesso dell'uomo.

Anche per l'Indirizzo «Difesa del suolo» il quadro didattico proposto (con l'aggiunta delle discipline dell'ingegneria di base e di una materia di carattere economico-gestionale) comprende 25 unità didattiche (e 26 insegnamenti): V. tab. 2-A. Il curriculum è completato da altre quattro annualità, caratterizzanti i due Orientamenti proposti (*Regimentazione delle acque*; *Stabilità del suolo*). La relativa caratterizzazione può essere collegata rispettivamente alle materie *Idraulica ambientale* e *Consolidamento dei terreni*, mentre per entrambi si riconosce l'importanza di una disciplina del gruppo di *Tecnica delle costruzioni*.

Le discipline di carattere opzionale, fra cui debbono essere scelte le quattro dell'Orientamento, sono indicate nell'elenco della tab. 2-B, rispettivamente per la professionalità relativa allo studio ed alla progettazione nel campo più propriamente idrologico, superficiale e sotterraneo, nonché per il perfezionamento culturale e professionale in ambito geotecnico, applicato alla conservazione fisica dei versanti, in presenza o meno di opere dovute all'uomo.

2.3.3. *Indirizzo Georisorse*

Trattasi del più complesso ed articolato Indirizzo, che da solo corrisponde alla parte fondamentale dell'Ingegneria mineraria classica, dedita alla ricerca, coltivazione, estrazione ed eventuale trattamento fisico dei grezzi minerari estraibili dal sottosuolo, al fine di valorizzare

le risorse litoidi e minerarie della litosfera. Di fronte alla necessità di una grande differenziazione dei contenuti degli insegnamenti, lo spazio a disposizione per scegliere nomenclature e contenuti delle discipline è piuttosto ristretto, cosicché è stato necessario ricorrere spesso a corsi integrati o limitare a mezza annualità lo sviluppo di discipline per lungo tempo ritenute fondamentali per la cultura dell'ingegnere minerario tradizionale.

Inoltre, la non perfetta corrispondenza fra le richieste professionali, i campi di maggior nuovo sviluppo dell'attività estrattiva e le nomenclature degli indirizzi adottati per tutto il corso di laurea fanno prospettare la possibilità di dover introdurre a non lunga scadenza nuovi indirizzi, fra i quali è stato prospettato sin d'ora quello in Ingegneria geologica (od Indirizzo «geologico»), mentre risulta sempre più richiesto un Indirizzo «del petrolio», che consenta una più approfondita specializzazione nei temi specifici dell'industria estrattiva degli idrocarburi naturali.

Il filone disciplinare fondamentale dell'Indirizzo «Georisorse» ripete, per quanto possibile, la triplice derivazione dell'Ingegneria mineraria nei riguardi delle Scienze della Terra, dell'Ingegneria industriale (per quanto attiene alla meccanica, alle macchine, alla scienza dei materiali ed all'impiantistica) e dell'Ingegneria civile (per quanto si collega alla scienza delle costruzioni, alla geotecnica, all'idraulica ed alla topografia).

Fra le scienze della Terra, comuni all'Indirizzo debbono risultare la *Mineralogia e Petrografia* (ridotta a mezza annualità, in modo da poter far risaltare le rispettive applicazioni merceologiche e le proprietà tecnologiche dei minerali utili per mezzo della complementare mezza annualità di *Caratterizzazione tecnologica delle materie prime*) e la *Litologia e Geologia*, nella riserva di completarne il quadro, quando necessario, per mezzo delle discipline opzionali. Dal gruppo di materie meccaniche - energetiche - fisico-tecniche ed elettriche è stata estratta la stessa scelta indicata per gli altri indirizzi geominerari tipici: complessivamente 2,5 annualità, corrispondenti agli *Elementi di meccanica teorica e applicata* (che raccoglie i fondamenti essenziali della meccanica razionale, soffermandosi sui temi principali della meccanica applicata), alla *Energetica applicata* (che illustra le possibilità applicative dei motori e delle macchine a fluido, ed in particolare dei motori termici e dei compressori) ed alla citata mezza annualità di *Elettrotecnica*, integrata - per la parte impiantistica generale riferentesi alla distribuzione dell'energia, ai sistemi di trasporto, alla ventilazione dei cantieri - con una mezza annualità di *Impianti minerari*. Fra le discipline caratteristiche dell'ingegneria degli scavi, l'Indirizzo Georisorse richiede la coppia di materie *Ingegneria degli scavi* (che fornisce gli elementi tecnici fondamentali delle tecniche di perforazione e di abbattimento delle rocce, con o senza l'uso di esplosivi) ed *Arte mineraria* (caratteristicamente rivolta all'organizzazione dei lavori di coltivazione a giorno ed in sotterraneo, con relativi computi economici).

Mentre la disciplina di rappresentazione è costituita dal citato corso di *Disegno di impianti e di sistemi industriali*, nell'ambito della scienza dei materiali è stata individuata come obbligatoria un'annualità di *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*.

I *Principi di geotecnica* costituiscono peraltro il presupposto per lo studio della statica dei vuoti e degli scavi, che condiziona in varia misura tutte le operazioni di abbattimento in roccia.

A questo punto s'inseriscono nel quadro didattico tre discipline caratterizzanti l'ingegneria estrattiva: una *Geofisica applicata*, idonea ad inquadrare gli studi per ricerche sul terreno in base alle proprietà delle formazioni e dei corpi mineralizzati, una disciplina del gruppo *Giacimenti minerari* (denominata come lo stesso raggruppamento, nell'intesa ch'essa sviluppi le caratteristiche tecnico-geologico-economiche degli adunamenti di minerali utili, prevalentemente solidi, ma anche liquidi e gassosi, ossia degli idrocarburi naturali ed

eventualmente dei vapori endogeni). Al fine di porre le basi disciplinari per le materie connesse con lo sfruttamento dei minerali fluidi, per tutti è stata ritenuta indispensabile la *Meccanica dei fluidi nel sottosuolo*, che peraltro fornisce interessanti spunti per la trattazione della circolazione delle acque nel sottosuolo, validi per tutti gli Orientamenti dell'Indirizzo.

Data l'ampiezza dello spettro disciplinare di questo Indirizzo, è parso necessario differenziare già in sede di materie d'Indirizzo le diverse competenze degli ingegneri delle georisorse, con un'alternativa di coppie obbligate di annualità, valide rispettivamente per gli ingegneri «minerari» per antonomasia, gli ingegneri del petrolio e gli ingegneri prospettori, il cui completamento culturale e professionale può essere ottenuto attraverso ulteriori due materie opzionali. Dette coppie di annualità comprendono:

- 1) due mezze annualità rivolte al perfezionamento delle nozioni sugli impianti minerari (*Impianti minerari II*) ed alla puntualizzazione dei problemi fondamentali di *Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva*; un' annualità intesa alla discussione dei processi di valorizzazione delle materie prime minerali solide (un corso di *Trattamento dei solidi*), e in alternativa:
- 2) due annualità dedicate all'industria estrattiva degli idrocarburi naturali, rispettivamente rivolte alla *Tecnica della perforazione petrolifera* ed all'*Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi*, oppure, ancora in alternativa:
- 3) un'annualità integrata fra gli insegnamenti di *Petrografia II* (per l'approfondimento dei problemi di studio microscopico dei minerali e delle rocce, nonché delle mineralizzazioni) e di *Analisi e riconoscimento dei minerali* (per i temi dell'identificazione strumentale e con metodi convenzionali delle sostanze minerali); un'ulteriore annualità sarà dedicata ai tipici problemi della ricerca e *Prospezione geomineraria*.

Il quadro didattico sinora proposto per l'Indirizzo «Georisorse» comprende 27 annualità (v. tab. 3-A) completate da altre due unità didattiche, caratterizzanti i tre Orientamenti proposti (*Miniere e cave, Idrocarburi e fluidi del sottosuolo, Prospezione geomineraria*). Le due discipline a scelta, necessarie per completare il piano didattico di 29 annualità richieste per il Corso di laurea sono da estrarre dalle liste della tab. 3-B.

E' ancora da notare che - come ormai da molti decenni per il Corso di laurea in Ingegneria mineraria - il complesso del piano di studi ora illustrato dovrà essere integrato da periodi di tirocinio presso aziende estrattive, impianti, squadre di rilevamento, cantieri di scavo: tale integrazione potrà essere valutata come equivalente ad una frazione di (od al massimo una) annualità, in base a delibera del competente Consiglio di corso di laurea, con abbuono di un corrispondente periodo didattico fra le discipline opzionali.

Infine è importante osservare che la relativa maggior rigidità del piano di studi dell'Indirizzo «Georisorse» rispetto a quello degli altri Indirizzi trae motivo dalla necessità di salvaguardare - con la conservazione di un congruo numero di discipline nell'ambito delle Scienze della Terra - l'individualità tipica dell'attuale «ingegnere minerario», che gli consente - appunto in base ad un tal tipo di curriculum - di accedere all'esame di stato per l'abilitazione alla professione di Geologo.

3.4. Indirizzo Geotecnologie

Questo Indirizzo, che provvisoriamente non è stato proposto per una suddivisione in Orientamenti (pur essendo prevedibile una ripartizione delle professionalità, fra i laureati dediti alla progettazione e quelli più specificatamente rivolti all'esercizio ed alla gestione dei

cantieri), intende rivolgersi alle applicazioni tecniche del suolo e delle rocce, per tutto quanto non attiene alle risorse minerarie: così deve preparare dei tecnici capaci di progettare e di dirigere cantieri per escavazioni in roccia e nei terreni sciolti sul suolo e nel sottosuolo, per gallerie autostradali e ferroviarie, per canali e centrali idroelettriche, per caverne, al fine di un miglior sfruttamento delle possibilità di costruire nel sottosuolo e di utilizzarne i vuoti.

Facendo riferimento al curriculum dell'indirizzo di Georisorse, a cui si rimanda per l'illustrazione schematica del contenuto delle discipline comuni, si segnala che il piano degli studi comprende, tra queste: la *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, l'*Energetica applicata*, il *Disegno di impianti e di sistemi industriali*, il corso ridotto di *Elettrotecnica*, integrato con l'insegnamento ridotto di *Impianti minerari*, gli *Elementi di meccanica teorica ed applicata*.

Come già citato trattando delle discipline comuni, l'area disciplinare geologica è rappresentata dalla *Geologia applicata*; tuttavia un altro insegnamento integrato nell'ambito delle Scienze della Terra è costituito da mezza unità di *Rilevamento geologico-tecnico* e da mezza unità di *Geofisica applicata* (dedicata principalmente alle ricerche sismiche), al fine di correlare rilievi geoapplicativi e geofisici, per l'individuazione della composizione, dell'omogeneità strutturale, dello stato di fratturazione, dei disturbi tettonici ed in generale di caratteristiche fisiche delle formazioni interessate dalle grandi opere d'ingegneria.

Per quanto attiene alle tecniche di scavo, applicate in particolare alle costruzioni in roccia, oltre al corso di *Ingegneria degli scavi* - già presente nell'indirizzo di Georisorse - sono state inserite fra le discipline obbligatorie *Costruzione di gallerie* (che si riferisce alle tecniche di abbattimento e sostegno delle rocce nelle tipiche opere di gallerie stradali, ferroviarie, a scopo idroelettrico e per infrastrutture cittadine) ed *Opere in sotterraneo* (a completamento del corso precedente ed in riferimento a tutti gli scavi sotterranei di varia forma, per i quali si richiedono nozioni integrate nei campi geomeccanico, cantieristico ed impiantistico).

Le materie del raggruppamento geotecnico sono rappresentate dalla *Meccanica delle rocce* e dalla *Geotecnica*, comuni al corso di laurea in Ingegneria civile (riferentisi rispettivamente allo studio della ripartizione delle tensioni ed alle condizioni di equilibrio dei vuoti e delle pareti di scavo in roccia ed in terreni sciolti o variamente coerenti, con l'uso di metodi sperimentali e di calcolo analitici e numerici); di tali discipline l'annualità di *Indagini e controlli geotecnici* costituisce un necessario corredo e complemento di carattere prevalentemente sperimentale, relativo alla verifica dello stato di sollecitazione e di deformazione delle formazioni e delle rispettive opere di scavo, a giorno ed in sotterraneo.

Il complesso di 25 materie obbligatorie così delineato (di cui la tab. 4-A fornisce un quadro schematico) deve essere integrato da 4 annualità opzionali, da scegliersi nell'elenco che costituisce la tab. 4-B.

Anche per l'indirizzo «Geotecnologie» è prevista la possibilità di far svolgere agli allievi un periodo di tirocinio pratico in cantieri di scavo o per grandi opere civili, da computarsi come frazione di annualità ai fini del curriculum scolastico e - in base al giudizio sulla corrispondente relazione, comprensiva dello svolgimento di appositi temi di calcolo o progetto - della classificazione scolastica.

3.5. Indirizzo Pianificazione e Gestione Territoriale

Il curriculum proposto per questo indirizzo risulta maggiormente affine all'Ingegneria civile, dalla quale - a parte le materie comuni a tutti i corsi di laurea - mutua la disciplina economica (*Istituzioni di economia*) ed un insegnamento di rappresentazione tipicamente

civile (*Disegno*).

Astraendo dalle altre discipline di base dell'ingegneria già citate al par. 2.2 (*Topografia, Idraulica, Scienza delle costruzioni, Elettrotecnica, Geologia applicata*), dalla *Fisica tecnica* (presente nell'Indirizzo Ambiente), dalla *Tecnologia dei materiali e chimica applicata* (citata a proposito dell'Indirizzo Georisorse) e dalla *Geotecnica* (intesa essenzialmente come meccanica delle terre, così come è ricordata nell'Indirizzo Geotecnologie), altre 7 materie risultano totalmente caratteristiche dell'Indirizzo.

In particolare tre di esse attengono agli interventi sul territorio, inteso come entità solida e litosfera, nonché come sede di infrastrutture di servizio, bonifica, comunicazione. Si tratta di *Cave e recupero ambientale* (coltivazioni di minerali litoidi, impatto e recupero ambientale degli scavi a giorno), *Infrastrutture idrauliche* (acquedotti, canalizzazioni d'irrigazione e di smaltimento di acque reflue), *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti* (studio di tracciati, cantieristica e problemi connessi alle comunicazioni in genere).

Per quanto attiene alle altre discipline, l'*Architettura tecnica* vuole riferirsi alle tecniche costruttive, con particolare riguardo agli interventi sul territorio, al rilievo dell'edificato, nonché ai problemi edilizi conseguenti a pubbliche calamità. Le materie *Tecnica urbanistica* e *Composizione urbanistica* indirizzano alla tematica del processo della pianificazione urbanistica e territoriale, fornendo nel contempo un quadro di riferimento delle vicende salienti dell'esperienza urbanistica in Italia ed all'estero.

Infine l'*Economia ed estimo civile* intende fornire gli strumenti necessari per la valutazione dei beni economici, con riferimento alla loro produzione ed utilizzazione e con particolare riguardo alle azioni economiche connesse alla formazione ed alla trasformazione della città e del territorio.

Al totale di 25 annualità così definite (v. tab. 5-A) il curriculum didattico prevede di aggiungere 4 annualità a scelta, fra le discipline proposte per i tre orientamenti al momento organizzati, aventi per titolo:

- *Urbanistica, Infrastrutture, Uso delle risorse*, rispettivamente utilizzanti come materie caratterizzanti le coppie di materie;
- *Urbanistica: Storia dell'architettura e dell'urbanistica, Gestione delle aree metropolitane*; - *Infrastrutture: Impianti speciali idraulici, Costruzioni speciali stradali ferroviarie e aeroportuali*;
- *Uso delle risorse: Gestione delle risorse idriche, Gestione delle risorse energetiche nel territorio*.

La tab. 5-B riporta un elenco di discipline opzionali, suggeribili per i vari Orientamenti così definiti.

E' peraltro da rilevare come - sia pur nel risvolto più prettamente tecnico del contesto della gestione del territorio - è possibile sin d'ora prevedere la realizzabilità a breve termine di un ulteriore Orientamento di tipo topografico territoriale, fondato su discipline specifiche già attivate nel Politecnico di Torino (oltre alla citata *Topografia, Fotogrammetria, Fotogrammetria applicata* e *Cartografia numerica*), eventualmente integrato da annualità o frazioni di annualità nel campo del rilevamento geologico-tecnico e/o delle prospezioni geofisiche.

Iter didattici finalizzati al raggiungimento di una maggior specializzazione nel campo topografico territoriale possono sin d'ora essere predisposti, utilizzando le materie di anno in anno attivate e segnalate dagli appositi Manifesti degli studi.

Tabella 1-A - Indirizzo Ambiente

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Disegno di impianti e di sistemi Industriali	Calcolo numerico Topografia Fisica dell'atmosfera
3	Idraulica Scienza delle costruzioni Fisica tecnica	Geologia applicata (1) Macchine (1/2) Elettrotecnica (1/2) Fondamenti di chimica industriale
4	Idrologia tecnica Elementi di ecologia X	Fluidodinamica ambientale Impianti nell'industria di processo Tecnica della sicurezza (i) ambientale. Chimica industriale I
5	Infrastrutture idrauliche Economia applicata all'ingegneria Modellistica e controllo dei sistemi ambientali	Y Z T

(i) corso integrato

X, Y, Z, T. Corsi di Orientamento

(1) Gli studenti del 3° anno, che hanno già seguito l'insegnamento di Geologia Applicata nell'a.a. 1990-91, dovranno frequentare Fisica dell'Atmosfera con gli studenti del 2° anno

Tabella 1-B - Discipline di Orientamento proposte per l'Indirizzo Ambiente

Orientamento «Monitoraggio e modellistica ambientale»

1 Applicazioni di chimica e chimica analitica

2 Aeroacustica

- 3 Metrologia
- 4 Idraulica ambientale
- 5 Idraulica numerica
- 6 Ricerca operativa ¹
- 7 Telerilevamento
- 8 Misura delle radiazioni e protezione
- 9 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica¹
- 10 Sistemi di telerilevamento.
- 11 Modellistica ed identificazione

Orientamento «Processi ed impianti»

- 1 Impianti speciali idraulici¹
- 2 Interazione fra le macchine e l'ambiente
- 3 Gestione delle risorse energetiche nel territorio
- 4 Localizzazione dei sistemi energetici
- 5 Sicurezza ed analisi di rischio
- 6 Principi di ingegneria chimica ambientale²
- 7 Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti (1-1/2)
- 8 Processi di trattamento degli effluenti inquinanti
- 9 Processi biotecnologici ambientali
- 10 Recupero delle materie prime secondarie (1/2)
- 11 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (1/2)
- 12 Diritto dell'assetto territoriale
- 13 Economia delle fonti di energia
- 14 Analisi e riconoscimento dei minerali II (1/2)²

Orientamento «Analisi dei sistemi e dei processi ambientali»

- 1 Idrogeologia applicata ¹
- 2 Prospezioni geofisiche ¹
- 3 Meteorologia
- 4 Misure e controlli idraulici
- 5 Idraulica ambientale
- 6 Idrologia sotterranea²
- 7 Dinamica dei inquinanti
- 8 Cartografia numerica ¹
- 9 Telerilevamento
- 10 Indagini e controlli geotecnici ¹
- 11 Strumentazioni e tecniche nucleari di rilevazione ambientale
- 12 Sistemi di telerilevamento
- 13 Diritto dell'assetto territoriale

¹ Corsi attivati.

² Corsi corrispondenti parzialmente a corsi attivati o riconducibili a corsi esistenti.

Tabella 2.A - Indirizzo Difesa del suolo

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Tecnologia dei materiali e chimica applicata	Calcolo numerico Elementi di meccanica teorica e applicata Topografia
3	Idraulica Scienza delle costruzioni Disegno di impianti e di sistemi industriali	Ingegneria degli scavi Geofisica applicata Geologia applicata
4	Principi di geotecnica Energetica applicata Idrologia tecnica	Idrogeologia applicata Elettrotecnica Impianti minerari } (i) Stabilità dei pendii
5	Infrastrutture idrauliche Economia applicata all'ingegneria X	Y Z T

(i) corso integrato

X, Y, Z, T. Corsi di orientamento

Tabella 2-B - Discipline di Orientamento proposte per l'indirizzo Difesa del suolo

Orientamento «Regimentazione delle acque»

- 2 Prospezioni geofisiche¹
- 3 Idraulica ambientale
- 4 Sistemazione dei bacini idrografici
- 5 Telerilevamento¹
- 7 Geotecnica¹
- 8 Tecnica delle costruzioni¹
- 9 Ingegneria degli acquiferi (1/2)¹

¹ Corsi attivati.

Orientamento «Stabilità del suolo»

- 1 Litologia e geologia¹
- 2 Rilevamento geologico-tecnico¹
- 3 Prospezioni geofisiche¹
- 4 Sismica applicata
- 5 Fotogrammetria¹
- 6 Fotogrammetria applicata¹
- 7 Telerilevamento
- 8 Consolidamento dei terreni¹
- 9 Indagini e controlli geotecnici¹
- 10 Geotecnica¹
- 11 Meccanica delle rocce¹
- 12 Tecnica delle costruzioni¹

Tabella 3.A - Indirizzo Georisorse

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Tecnologia dei materiali e chimica applicata	Calcolo numerico Elementi di meccanica teorica e applicata Mineralogia e petrografia Caratterizzazione tecnologica (i) delle materie prime.
3	Idraulica Scienza delle costruzioni Disegno di impianti e di sistemi industriali	Ingegneria degli scavi Topografia Litologia e geologia
4	Principi di geotecnica Energistica applicata Giacimenti minerari	Arte mineraria Elettrotecnica Impianti minerari } (i) Meccanica dei fluidi nel sottosuolo
5	Geofisica applicata Economia applicata all'ingegneria A	B X Y

Ulteriori annualità d'Indirizzo in scelte a coppie obbligate:

- a) A= - Impianti minerari II (1/2) - Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (1/2)
B=I - Trattamento dei solidi
- b) A= - Tecnica della perforazione petrolifera
B= - Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi
- c) A= - Analisi e riconoscimento dei minerali - Petrografia II (i)
B= - Prospezione geomineraria

(i) Corso integrato
X, Y. Corsi di Orientamento

Tabella 3-B - Discipline di Orientamento proposte per l'indirizzo Georisorse

Orientamento "Miniere e cave"

- 1 Geologia applicata¹
- 2 Mineralogia II (1/2)
- 3 Petrografia II(1/2)
- 4 Indagini e controlli geotecnici¹
- 5 Meccanica delle rocce¹
- 6 Tecnica delle costruzioni¹
- 7 Tecnologie metallurgiche¹
- 8 Scienza e tecnologia dei materiali ceramici¹
- 9 Gestione delle aziende estrattive (1/2)¹
- 10 Cave e recupero ambientale (1/2)¹
- 11 Geostatistica mineraria (1/2)¹
- 12 Comminuzione dei materiali (1/2)
- 13 Impianti mineralurgici (1/2)¹

Orientamento «Idrocarburi e fluidi del sottosuolo»

- 1 Idrogeologia applicata¹
- 2 Sismica applicata
- 3 Carotaggi geofisici (1/2)
- 4 Tecnica delle costruzioni¹
- 5 Tecnologia del petrolio e petrolchimica¹
- 6 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (1/2)¹
- 7 Impianti minerari II (1/2)¹
- 8 Produzione e trasporto degli idrocarburi¹
- 9 Ingegneria degli acquiferi (1/2)¹

Orientamento «Prospezione geomineraria»

- 1 Geologia applicata¹
- 2 Idrogeologia applicata¹
- 3 Rilevamento geologico tecnico¹
- 4 Mineralogia II (1/2)¹
- 5 Elementi di geochemica applicata alla prospezione mineraria
- 6 Prospezioni geofisiche¹
- 7 Fotogrammetria¹
- 8 Cartografia numerica
- 9 Telerilevamento
- 10 Gestione delle aziende estrattive (1/2)¹
- 11 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (1/2)¹
- 12 Mineralurgia (1/2)
- 13 Petrografia II (1/2)

¹ Corsi attivati.

Tabella 4.A - Indirizzo Geotecnologie

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Tecnologia dei materiali e chimica applicata	Calcolo numerico Elementi di meccanica teorica e applicata Topografia
3	Idraulica Scienza delle costruzioni Disegno di impianti e di sistemi industriali	Ingegneria degli scavi Geofisica applicata Rilevamento geologico (i) tecnico. Geologia applicata
4	Meccanica delle rocce Energetica applicata X	Geotecnica Elettrotecnica Impianti minerari. (i) Costruzione di gallerie
5	Opere in sotterraneo Economia applicata all'ingegneria Indagini e controlli geotecnici	Y Z T

(i) corso integrato

X, Y, Z, T. Corsi di Orientamento

Tabella 4B - Discipline d'Orientamento proposte per l'Indirizzo Geotecnologie

- 1 Litologia e geologia¹
- 2 Idrologia tecnica¹
- 3 Infrastrutture idrauliche¹
- 4 Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti¹
- 5 Impianti e cantieri viari¹
- 6 Consolidamento dei terreni¹
- 7 Stabilità dei pendii¹

¹ Corsi attivati

- 8 Idrogeologia applicata¹
- 9 Cave e recupero ambientale (1/2)¹
- 10 Gestione delle aziende estrattive (1/2)¹
- 11 Meccanica dei fluidi nel sottosuolo¹
- 12 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (1/2)¹
- 13 Impianti minerari II (1/2)¹
- 14 Tecnica delle costruzioni¹

Tabella 5.A - Indirizzo Pianificazione e gestione territoriale

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Tecnologia dei materiali e chimica applicata Disegno (1/2)	Calcolo numerico Topografia Disegno (1/2)
3	Idraulica Scienza delle costruzioni Elettrotecnica	Fisica tecnica Geologia applicata Architettura tecnica
4	Infrastrutture idrauliche Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti X	Geotecnica Istituzioni di economia Y
5	Tecnica urbanistica Z T	Cave e recupero ambientale Composizione urbanistica Economia ed estimo civile

X, Y, Z, T. Corsi di Orientamento

1 Corsi attivati

Tabella 5-B - Discipline proposte per l'Indirizzo Pianificazione e gestione territoriale

Urbanistica (annualità caratterizzanti: Storia dell'architettura e dell'urbanistica; Pianificazione e gestione delle aree metropolitane)

- 1 Ricerca operativa¹
- 2 Elementi di ecologia
- 3 Impianti e cantieri viari¹
- 4 Tecnica ed economia dei trasporti¹
- 5 Telerilevamento
- 6 Fotogrammetria¹
- 8 Urbanistica¹
- 9 Ingegneria del territorio
- 10 Diritto dell'assetto territoriale
- 11 Diritto e legislazione urbanistica

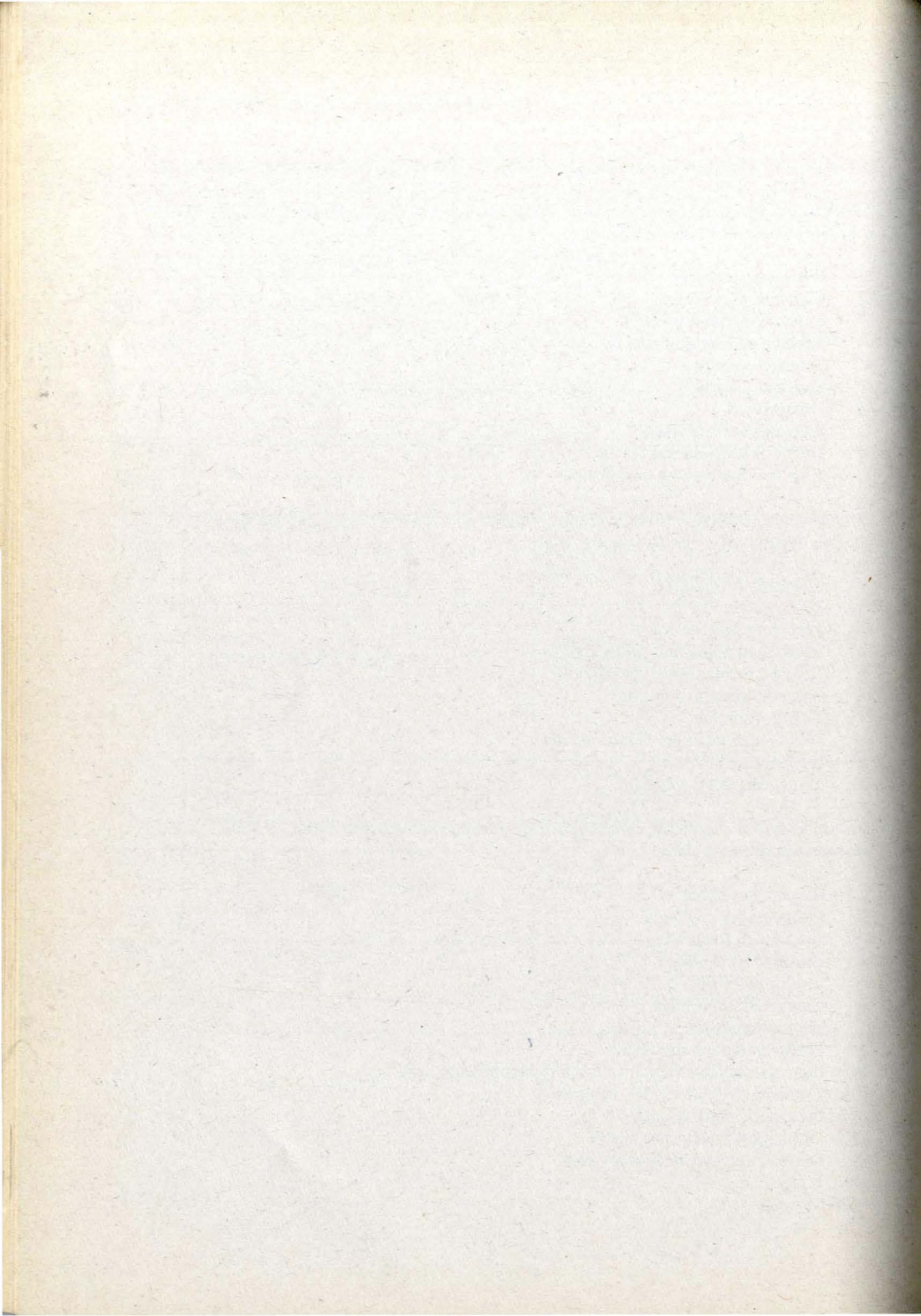
Infrastrutture (annualità caratterizzanti: Impianti speciali idraulici; Costruzioni speciali stradali, ferroviarie ed aeroportuali)

- 1 Elementi di ecologia
- 2 Idrologia tecnica¹
- 3 Impianti e cantieri viari¹
- 4 Tecnica ed economia dei trasporti¹
- 5 Teoria e tecnica della circolazione¹
- 6 Fotogrammetria applicata¹
- 7 Telerilevamento
- 8 Tecniche di gestione del territorio
- 9 Ingegneria degli scavi¹
- 10 Ingegneria degli acquiferi¹

Uso delle risorse (annualità caratterizzanti: Gestione delle risorse; Gestione delle risorse energetiche nel territorio)

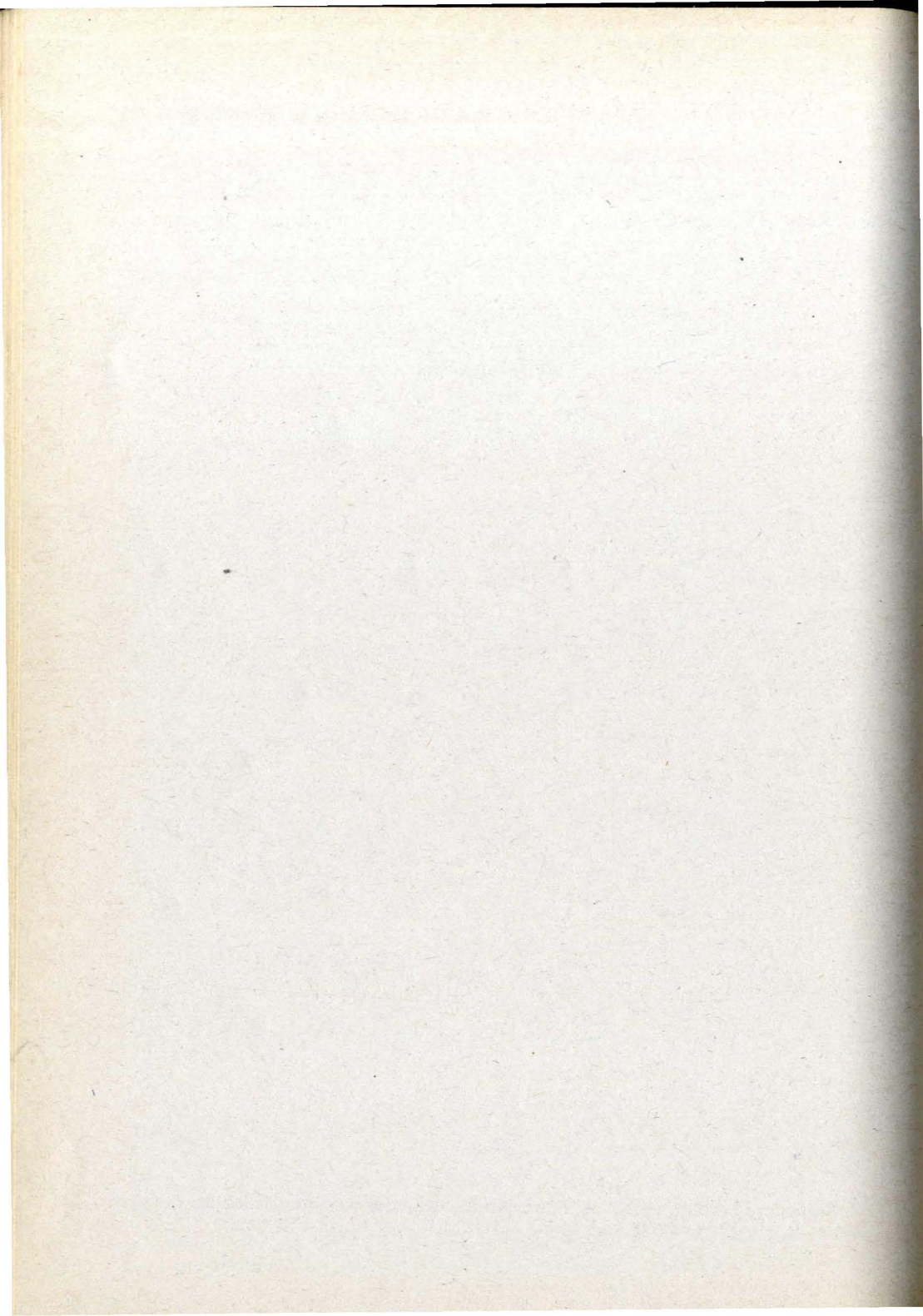
- 1 Ricerca operativa¹
- 2 Idrogeologia applicata¹
- 3 Giacimenti minerari¹
- 4 Elementi di ecologia
- 5 Idrologia tecnica¹
- 6 Cartografia numerica
- 7 Fotogrammetria¹
- 8 Fotogrammetria applicata¹
- 9 Innovazioni tecnologiche e trasformazioni territoriali
- 10 Tecniche di gestione del territorio
- 11 Ingegneria degli acquiferi¹
- 12 Diritto dell'assetto territoriale
- 13 Diritto e legislazione urbanistica

¹ Corsi attivati



PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Per l'Ambiente e il Territorio, del 1°, 2° e 3° anno.



R0231 ANALISI MATEMATICA I

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

72

48

—

Settimanale (ore)

6

4

—

Finalità del corso è fornire gli strumenti di base del calcolo differenziale, propedeutici ai corsi delle Facoltà di Ingegneria, utilizzando il linguaggio moderno della matematica ed insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: le nozioni fondamentali di algebra, di geometria, di trigonometria, secondo i programmi di scuola secondaria superiore.

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi: nozioni di base.

Applicazioni fra insiemi: definizioni e proprietà.

L'insieme dei numeri reali e l'insieme dei numeri complessi.

Funzioni elementari di variabile reale e di variabile complessa.

Successioni, limiti di successioni.

Le proprietà locali delle funzioni reali di variabile reale: continuità, limiti, derivabilità. Confronto locale di funzioni.

Teoremi fondamentali del calcolo differenziale e le loro applicazioni.

Approssimazione locale di funzioni: formula di Taylor.

Cenni sulla approssimazione globale di funzioni reali di variabile reali.

Teoria dell'integrazione: definizione di integrale indefinito, proprietà.

Regole di integrazione; l'integrale definito e le sue proprietà.

I teoremi della media; applicazioni numeriche, formula dei trapezi.

Integrazione delle funzioni elementari.

ESERCITAZIONI

Esercizi relativi agli argomenti sviluppati nelle lezioni.

TESTI CONSIGLIATI

G. Geymonat, *Lezioni di matematica I*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

A.R. Scarafioti, *14 settimane di Analisi I*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985/86.

Cecconi, Stampacchia, *Analisi Matematica I*, Ed. Liguori.

Bruno Longo, *Esercizi di Analisi Matematica I*, Ed. Veschi.

ANALISI MATEMATICA II

Prof. Magda ROLANDO LESCHIUTTA Dip. di Matematica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale ed integrale in più variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali ed ai metodi di sviluppi in serie.

Il corso comprende, oltre alle ore di lezione, ore di esercitazione.

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziale in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula ed eventualmente al LAIB.

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica II*, Levrotto & Bella, Torino, 1991, nuova edizione.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di Matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982.

R0330 ARCHITETTURA TECNICA

Docente da nominare

Dip. di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

Indirizzo: Pianificazione e gestione territoriale Settimanale (ore)

48

72

—

4

6

—

Il corso è finalizzato a fornire elementi metodologici e culturali indirizzati all'edilizia, attraverso informazioni di carattere architettonico-tecnico (definizioni, classificazioni, norme, processi tecnologici e costruttivi attuali) e di carattere antologico (esame di edifici esemplari e confronti nella manualistica).

Il corso avvia al conseguimento delle capacità selettive e sintetiche necessarie alla risoluzione di semplici temi progettuali.

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni in aula e sopralluoghi didattici.

Corso propedeutico: Disegno.

PROGRAMMA

Le lezioni, dirette a focalizzare gli aspetti ed i problemi fondamentali attinenti all'architettura tecnica, si articolano attraverso un'analisi morfologica e costitutiva dell'edificio organizzata per classi di elementi tecnici e per unità tecnologiche (strutture, chiusure verticali, chiusure inclinate, partizioni interne orizzontali, verticali e inclinate, ...).

In particolare sono esaminati i seguenti aspetti:

- evoluzione formale delle tecniche costruttive principali;
- integrazione delle diverse parti nell'intero organismo edilizio;
- metodologia progettuale;
- schedatura antologica di edifici esemplari;
- applicazione di tecniche grafiche per la rappresentazione di particolari costruttivi;
- normazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni, suddivise in antologiche e grafiche sui temi trattati nel corso, sono dirette:

- ad arricchire il patrimonio culturale tecnico-architettonico attraverso la schedatura di esempi di architetture e di loro elementi;
- ad addestrare le abilità sintetiche e creative attraverso elaborati grafici di tipo esecutivo.

TESTI CONSIGLIATI

Il materiale didattico viene messo a disposizione degli allievi attraverso una specifica documentazione annualmente aggiornata e completa di riferimenti bibliografici.

R0510 CALCOLO NUMERICO

Prof. Paola MORONI

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

24

2

Lab.

24

2

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria) e di mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

Prerequisiti: Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

PROGRAMMA**1. Preliminari:**

- L'aritmetica di un calcolatore e le sue conseguenze nel calcolo numerico.
- Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

2. Risoluzione di sistemi lineari:

- Metodo di Gauss, fattorizzazione LU di una matrice e sue applicazioni.
- Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

3. Autovalori di una matrice:

- Metodi delle potenze e delle potenze inverse.
- Cenni sul metodo QR per il calcolo di tutti gli autovalori e autovettori.

4. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali:

- Interpolazione con polinomi algebrici (formule di Lagrange e di Newton) e con funzioni splines.
- Il criterio dei minimi quadrati.
- Derivazione numerica.

5. Equazioni e sistemi di equazioni non lineari:

- Metodo di Newton e sue varianti.
- Processi iterativi in generale.
- Problemi di ottimizzazione.

6. Calcolo di integrali:

- Formule di Newton-Cotes.
- Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali.
- Formule gaussiane.
- Routines automatiche (sia di tipo non adattativo che di tipo adattativo).
- Cenni sul caso multidimensionale.

7. Equazioni differenziali ordinarie:

- Problemi a valori iniziali: metodi one-step e multistep, sistemi stiff.

8. Equazioni differenziali alle derivate parziali:

- Metodi alle differenze e dei residui pesati.
- Cenni sul metodo degli elementi finiti.

TESTI CONSIGLIATI

G. Monegato, *Fondamenti di Calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1990.

A. Orsi Palamara, *Programmare in FORTRAN 77*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1987.

R0620 CHIMICA

Prof. Nerino PENAZZI

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	85	30	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione). Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.

PROGRAMMA

Chimica Generale. Sistemi omogenei e sistemi eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici. Nomenclatura chimica. Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici. Interpretazione elettronica del sistema periodico. Fenomeni legati all'emissione delle radiazioni luminose e dei raggi X. Legame ionico, covalente, metallico. Energia reticolare, energia di legame. Grado di ossidazione. Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Calore specifico dei gas. Stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Stato vetroso. «Composti» non-stechiometrici. Stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Fenomeni crioscopici ed ebullioscopici. Pressione osmotica. Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Regola delle fasi. Diagrammi di stato ad uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei. Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione. Cenni di corrosione.

Chimica Inorganica. Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

Chimica Organica. Cenni su idrocarburi saturi ed insaturi. Fenomeni di polimerizzazione. Alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, eteri, esteri, ammine, ammidi, nitrili. Benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio ed a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale.

TESTI CONSIGLIATIC. Brisi, V. Cirilli, *Chimica Generale ed Inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.M.J. Sienko, R.P. Plane *Chimica: Principi e proprietà*, Piccin, Padova.C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.L. Rosenberg, *Teoria e applicazioni di Chimica Generale*, Collane Schaum, Etas Kompass.M. Montorsi, *Appunti di Chimica Organica*, Celid, Torino, 1987.

R1370 DISEGNO

Prof. Giuseppa NOVELLO MASSAI

Dip. di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali

II ANNO

1° e 2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Pianificazione e gestione territoriale

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

30

1

Es.

90

4

Lab.

—

—

Il corso, per buona parte di natura propedeutica, intende fornire gli strumenti formativi di base in ambito di rappresentazione grafica, con riferimento al curriculum didattico degli allievi e in relazione ai campi operativi di attività professionale dell'ingegnere, attraverso l'introduzione e l'approfondimento:

- delle nozioni teoriche ed applicative di base del linguaggio grafico in relazione a finalità descrittive, interpretative e/o di trasformazione dell'ambiente costruito e naturale, - delle nozioni sui metodi e sistemi di rappresentazione e relative tecniche, con riferimento alla normativa in atto per il disegno tecnico, correlate ad alcuni lineamenti di Disegno Assistito al Calcolatore.

È richiesto il puntuale apprendimento delle nozioni esposte, dimostrato dalla capacità di corretta lettura ed esatta esecuzione dei disegni tecnici, una accettabile precisione grafica non disgiunta dalla capacità di esprimere in rapidi schizzi a mano libera la rappresentazione richiesta dei manufatti e dei contesti ambientali, siano essi esistenti od oggetto di progettazione.

Verifiche di apprendimento vengono condotte mediante esercitazioni settimanali esemplificative degli argomenti delle singole lezioni ed esercitazioni applicative e ricapitolative inerenti al disegno tecnico.

PROGRAMMA

Elementi di geometria descrittiva e proiettiva quali riferimenti fondamentali per affrontare qualsiasi problema di rappresentazione (proiezioni ortogonali, assonometrie, prospettive, disegno esploso, teoria delle ombre, soleggiamento, rappresentazione del territorio, degli insediamenti, dei manufatti).

Problemi di quotatura e normativa tecnica finalizzati e al processo produttivo con individuazione delle scelte progettuali negli ambiti specifici e alle tematiche del rilevamento territoriale. Problemi di disegno tecnico e di normativa specifica come insieme di procedure volte a costituire, nei singoli settori applicativi, unità di linguaggi caratterizzati per utenze di specifica formazione culturale.

Approfondimenti del disegno tecnico con particolari applicazioni alla progettazione esecutiva ed al rilievo nei campi operativi per la gestione delle risorse ambientali.

ESERCITAZIONI

Tavole grafiche su temi specifici in relazione ad applicazione dei temi svolti a lezione.

R1390 DISEGNO DI IMPIANTI E DI SISTEMI INDUSTRIALI

Prof. Giuseppe COLOSI

Dip. di Tecnologia e Sistemi di Produzione

2° e 3° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Indirizzi: Ambiente, Difesa del suolo,
Georisorse, Geotecnologie

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

50

4

Es.

70

6

Lab.

—

—

Scopo del corso è fornire le nozioni teoriche ed applicative di rappresentazione grafica e la conoscenza delle norme fondamentali per la esecuzione ed interpretazione di disegni e progetti di elementi meccanici e di impianti che interessano l'indirizzo, con riferimento anche agli elementi di Disegno Assistito dal Calcolatore.

Basandosi sulle nozioni sopradette si affronta la descrizione e lo studio delle caratteristiche degli organi di macchine fondamentali negli impianti industriali.

Sono previste lezioni, esercitazioni e visite di istruzione.

PROGRAMMA

Linguaggio del disegno. Strumenti e mezzi tecnici. Normativa nazionale ed internazionale. Tecnica operativa di rappresentazione nel Sistema Europeo ed Americano; assonometrie generiche ed unificate, proiezioni ortogonali, sezioni.

Quotature e sistemi di quotatura. Tolleranze dimensionali e di forma.

Elementi di disegno assistito dal calcolatore (CAD).

Classificazione di acciai, ghise, ottoni, bronzi, leghe di alluminio.

Elementi e dispositivi usati per il montaggio e fissaggio di organi meccanici con accenni a semplici calcoli di dimensionamento: viti e bulloni, chiavette e linguette, alberi scanalati.

Saldature e strutture saldate.

Cuscinetti di strisciamento e rotolamento.

Organi per la trasmissione del moto: ruote dentate, giunti, innesti, cinghie e catene.

Tubi ed elementi delle tubazioni: produzione, accettazione, collaudo, montaggio.

ESERCITAZIONI

Rappresentazione di elementi quotati.

Elaborazione di programmi di grafica computerizzata.

Rappresentazione di gruppi meccanici.

Sviluppo di impianti.

Lettura e rappresentazione di carte topografiche.

TESTI CONSIGLIATI

Chevalier, *Manuale del disegno tecnico*, SEI, Torino.

Straneo, Consorti, *Disegno tecnico*, vol. unico, Principato, Milano.

R1660 ELEMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

Prof. Nicolò D'ALFIO

Dip. di Meccanica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzi: Difesa del Suolo, Georisorse,
Geotecnologie

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

72

48

—

6

4

—

Il corso si propone di fornire agli studenti i principali elementi teorici ed applicativi della Meccanica.

Nozioni propedeutiche: Analisi I, Fisica I e Geometria.

PROGRAMMA

Geometria delle masse: baricentri e momenti d'inerzia.

Cinematica: velocità e accelerazione di un punto e di un sistema rigido; metodi grafici per la risoluzione dei problemi di cinematica; tipi principali di legge del moto.

Statica: vincoli e reazioni vincolari; gradi di libertà di un sistema, equazioni di equilibrio; applicazioni delle equazioni di equilibrio per la risoluzione dei problemi di statica.

Dinamica: forze di inerzia, riduzione delle forze d'inerzia; equazioni di equilibrio della dinamica; teorema dell'energia; quantità di moto e momento della quantità di moto.

Forze agenti negli accoppiamenti: aderenza e attrito, attrito nei perni; impuntamento; attrito volvente, rendimenti dei meccanismi; urti.

La trasmissione del moto: giunti, cinghie, catene, funi, paranchi di sollevamento; ingranaggi cilindrici a denti dritti ed elicoidali; ingranaggi conici a denti dritti, forze scambiate negli ingranaggi; rotismi ad assi fissi, riduzione dei momenti di inerzia; rotismi epicicloidali semplici e composti, differenziale; vite e madrevite; vite senza fine e ruote elicoidali; vite a circolazione di sfere; forze scambiate nelle viti; camme; meccanismi per la trasformazione di un moto continuo in un moto intermittente ed in un moto alternativo; freni a tamburo, a disco e a nastro, lavoro dissipato nei freni; frizioni a disco, centrifughe; cuscinetti a rotolamento e a strisciamento.

I sistemi meccanici: accoppiamento tra motori e macchine operatrici; sistemi oscillanti (oscillazioni libere e forzate); sistemi giroscopici; nozioni di meccanica dei fluidi.

ESERCITAZIONI

Nel corso delle esercitazioni vengono svolti esempi illustrativi degli argomenti del corso; una particolare attenzione viene dedicata a mettere in evidenza l'aspetto «reale» dei diversi esercizi proposti.

TESTI CONSIGLIATI

Jacazio, Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*, Vol. I e Vol. II, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Jacazio, Piombo, *Esercizi di Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

R1790 Elettrotecnica

Prof. Michele TARTAGLIA

Dip. di Elettrotecnica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Pianificazione e gestione territoriale

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

50

50

8

4

4

—

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti teorici dell'Elettrotecnica per affrontare le applicazioni relative alle macchine ed agli impianti elettrici. Per quanto concerne gli aspetti applicativi degli impianti particolare attenzione è dedicata alla loro protezione ed alla prevenzione di infortuni con particolare riguardo agli impianti elettrici di cantieri e di edifici civili. Gli argomenti trattati fanno riferimento a concetti fondamentali esposti nei corsi del biennio propedeutico, con particolare riguardo a Fisica II, pertanto è consigliabile che l'esame sia svolto dopo quello dei corsi propedeutici del biennio. Corsi propedeutici: tutti quelli del biennio.

PROGRAMMA

Reti elettriche in regime stazionario: Richiamo delle equazioni di Maxwell, introduzione del potenziale elettrico, definizione e proprietà delle grandezze elettriche fondamentali. Bipoli e loro caratteristiche, collegamento di bipoli serie e parallelo. Reti di bipoli, leggi generali, reti di bipoli lineari. Principio di sovrapposizione degli effetti; teoremi di Thévenin, Norton, Millman. Potenze elettriche. Trasformazioni stella-triangolo.

Reti elettriche in condizioni quasi stazionarie: Richiami delle equazioni di Maxwell. Introduzione di resistori, induttori, condensatori e loro equazioni di funzionamento.

Reti elettriche e regime sinusoidale: Rappresentazione funzionale delle grandezze sinusoidali. Impedenza, ammettenza. Potenza attiva, reattiva, apparente, complessa. Sistemi trifase simmetrici. Rifasamento.

Macchine elettriche: Principi di funzionamento delle macchine elettriche. Trasformatore, funzione struttura e principi di funzionamento; circuito elettrico equivalente, funzionamento in condizioni normali, a vuoto e in corto circuito. Macchina asincrona: struttura e principi di funzionamento, circuito elettrico equivalente, caratteristica meccanica, avviamento e regolazione velocità. Macchina sincrona: struttura e principio di funzionamento, circuito equivalente, funzionamento a regime, diagramma circolare.

Impianti elettrici: Cenni sulla generazione dell'energia elettrica; linee elettriche, descrizione e circuito elettrico equivalente. Protezione degli impianti da sovraccarico e corto circuito. Sicurezza negli impianti, impianti di terra, protezione differenziale.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esempi numerici sui vari argomenti e sulla descrizione di alcune applicazioni pratiche.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI E/O LABORATORI

A. BOGLIETTI.

TESTI CONSIGLIATI

Lezioni:

G. Fiorio, I. Gorini, A.R. Meo, *Appunti di Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.
P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Esercitazioni:

A. Laurentini, A.R. Meo, R. Pomè, *Esercizi di Elettrotecnica*.

R1794 Elettrotecnica

(corso ridotto: annualità 0,5)

Docente da nominare

Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: Ing. Ambiente-Territorio

Indirizzo: Ambiente

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

40

10

—

—

—

—

Il corso si propone di fornire una metodologia per una corretta utilizzazione di macchine e impianti elettrici che tenga conto dei problemi di sicurezza dell'operatore e dell'impianto. A tal fine vengono esposti i fondamenti dell'analisi delle reti di bipoli in regime stazionario e sinodale permanente, mostrandone successivamente l'impiego nei modelli delle principali macchine e negli impianti di distribuzione dell'energia elettrica. L'insegnamento costituisce parte del corso impartito nel corso di laurea in Ingegneria nucleare. Corsi prodeutici obbligatori: Analisi I e II, Fisica I e II.

PROGRAMMA*Reti Elettriche in Regime Stazionario e Quasistazionario*

- Grandezze elettriche fondamentali nei sistemi a parametri concentrati (tensione, corrente, potenza elettrica) e loro proprietà.
- Regime stazionario e sinodale permanente, metodo simbolico.
- Metodi di analisi delle reti di bipoli normali in regime stazionario e sinusoidale permanente.
- Potenza istantanea, attiva, reattive e apparente; teorema di Boucherot. Rifasamento. Cenni sugli strumenti di misura.
- Transitori RC ed RL ad una costante di tempo.
- Sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati: misure di potenza con inserzione Aron e rifasamento.

Aspetti Applicativi della Teoria dei Campi

- Campo di corrente statico: impianti di messa a terra e normative antinfortunistiche, misure sugli impianti di terra. Dimensionamento e protezione delle condutture.
- Circuiti magnetici.
- Perdite nei materiali ferromagnetici in bassa frequenza.

Elementi di Macchine Elettriche

- Trasformatori monofasi e trifasi: cenni costruttivi e comportamento negli impianti.
- Macchine ad induzione trifasi: principio di funzionamento e caratteristiche.
- Macchine a corrente continua a collettore: cenni costruttivi e modalità di alimentazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni integrano le lezioni con particolare attenzione a problemi applicativi della teoria a: reti di bipoli, macchine e strumenti di misura di uso corrente civile ed industriale.

TESTI CONSIGLIATI

P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Fiorio, *Problemi di elettrotecnica*, Ed. Clut, Torino.

R2010 FISICA DELL'ATMOSFERA

Prof. Gaetano RANIERI

Dip.

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Ambiente

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80

26

—

6

2

—

Il corso vuole offrire un quadro dei fenomeni che determinano le trasformazioni e il moto di grande scala dell'atmosfera terrestre.

PROGRAMMA*1) Bilancio termico del pianeta.*

Bilancio radiativo dell'atmosfera. Effetto serra. Albedo terrestre. Influenza dell'uomo (desertificazione).

2) Dinamica dell'atmosfera.

Equazioni del moto. Bilancio quasi geotrofico. Problema della previsione meteorologica. Processi dissipativi. Effetti dell'orografia e della distribuzione mare terra (forzatura orografica e termica).

3) Ciclo idrologico.

Termodinamica dell'aria umida. Fisica delle nubi.

4) Dinamica dello strato limite atmosferico.

Teoria dello strato limite. Teoria della similarità.

5) Teoria del trasporto termico in atmosfera.

Termali. Moti organizzativi convettivi.

TESTI CONSIGLIATI

F.N. Frenkiel, P.A. Steppard, ed., *Atmospheric diffusion and air pollution: proceedings*, Oxford, 24-29/8/1958, N.Y. Acad. Press, 1959.

F. Pasquill, F.B. Smith, *Atmospheric diffusion*, Ellis Horwood, 1983.

R1901 FISICA I

Docente da nominare

Dip. di FISICA

1° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

84

6

Es.

28

2

Lab.

4

—

Il corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della meccanica del punto e dei sistemi, con particolare riguardo al corpo rigido e ai fluidi, dell'ottica geometrica in sistemi ottici centrati, della fisica matematica del campo gravitazionale e coulombiano, dell'elettrostatica nel vuoto.

PROGRAMMA

Metrologia. Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. Metodo dei minimi quadrati.

Cinematica del punto. Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.

Dinamica del punto. Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza. Teorema lavoro-energia cinetica.

Statica del punto.

Campi conservativi. Gradiente. Potenziale. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.

Oscillazioni: armonica semplice, smorzata, forzata. Risonanza. Oscillatore anarmonico.

Dinamica dei sistemi. Centro di massa. I equazione cardinale. Conservazione della quantità di moto. II equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.

Statica dei sistemi

Meccanica dei fluidi. Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.

Onde elastiche

Ottica geometrica

Elettrostatica nel vuoto. Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

ESERCITAZIONI IN AULA

Esercizi applicativi sul programma del corso.

ESERCITAZIONI IN LABORATORIO (computer on line)

- Misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità.
- Misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.

TESTI CONSIGLIATI

Per quanto riguarda il testo da adottare, gli studenti seguano le indicazioni del docente.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, Parte I, Ambrosiana, Milano, 1982.

R.A. Seway, *Fisica per Scienze ed Ingegneria*, SES, Napoli, 1987.

A.C. Melissinos, F. Lobkowicz, *Fisica per Scienze e Ingegneria*, Vol. 1, Piccin, Padova, 1978.

- C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, Liguori, Napoli, 1987.
- D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1984.
- P.A. Tipler, *Fisica*, Parte I, Zanichelli, Bologna, 1980.
- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di Fisica per l'Università*, vol. I Masson, Milano, 1982.
- J.P. Hurley, C. Garrod, *Principi di Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1982.
- C. Kettel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *La Fisica di Berkeley*, Parte I, Zanichelli, Bologna, 1970.
- S. Rosati, *Fisica Generale*, Parte I, Ambrosiana, Milano, 1978.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynman*, Addison.Wesley, London, 1969.
- G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di Fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.
- B. Minetti, A. Pasquarelli, *Esercizi di Fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.
- G.A. Salandin, *Problemi di Fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.
- S. Rosati, R. Casali, *Problemi di Fisica Generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.

R1902 FISICA II

Prof. Magda ROLANDO LESCHIUTTA Dip. di Fisica

2° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

82

26

12

6

2

—

La prima parte del corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, della teoria delle onde elettromagnetiche e dell'ottica ondulatoria. La seconda parte è rivolta ai principi fondamentali della fisica atomica. La terza parte è dedicata alla termodinamica.

PROGRAMMA

- Campo elettrico nella materia: dielettrici e conduttori.
- Proprietà di trasporto nei conduttori, corrente elettrica, legge di Ohm, effetti termoelettrici.
- Campo magnetico nel vuoto e nella materia: sostanze diamagnetiche, paramagnetiche e ferromagnetiche.
- Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo: legge dell'induzione elettromagnetica, induttanze e cenni ai circuiti RLC, equazioni di Maxwell.
- Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia.
- Ottica ondulatoria: interferenza e diffrazione.
- Propagazione delle onde elettromagnetiche in mezzi anisotropi: polarizzazione della luce.
- Interazione della radiazione magnetica con la materia: descrizione effetto fotoelettrico ed effetto Compton.
- Meccanica quantistica: dualismo onda-particella, principio di indeterminazione di Heisenberg, equazione di Schrödinger e funzione d'onda.
- Emissione spontanea e indotta: Laser. Termodinamica classica ed elementi di termodinamica statistica.

ESERCITAZIONI

Comprendono sia una parte teorica, in cui si propongono e risolvono problemi inerenti alla materia esposta nelle lezioni, sia una parte sperimentale, in cui gli studenti affrontano la problematica della misura di grandezze fisiche, valendosi della strumentazione esistente nei laboratori didattici (uso di strumenti elettrici, misure relative a circuiti elettrici, misura di indici di rifrazione, di lunghezze d'onda con reticoli di diffrazione).

TESTI CONSIGLIATI

- Resnick, Halliday, *Fisica I*, Meccanica e Termodinamica, Casa Ed. Ambrosiana, 1982, Milano.
 C. Mincuccini, V. Silvestrini, *Fisica II*, Liguori Editore, 1987.
 A. Tartaglia, *Esercizi svolti di elettromagnetismo e ottica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.
 U. Amaldi, Bizzarri, *Fisica Generale: Elettromagnetismo, Relatività, Ottica*, Ed. Zanichelli.

R2060 FISICA TECNICA

Prof. Cesare BOFFA

Dip. di Energetica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Pianificazione e gestione territoriale

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

6

Es.

50

4

Lab.

10

—

Il corso comprende le applicazioni tecniche dell'Acustica, Illuminotecnica, Moto dei fluidi, Trasmissione del calore e Termodinamica, con particolare riferimento agli aspetti impiantistici, energetici ed ambientali.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni anche sperimentali.

Nozioni propedeutiche: Analisi I, Analisi II, Fisica I, Fisica II.

PROGRAMMA

Acustica ambientale: audiogramma normale, caratteristiche acustiche dei materiali, isolamento acustico; isolamento dalle vibrazioni.

Illuminotecnica: unità fondamentali fotometriche ed energetiche, sorgenti luminose, calcoli di illuminamento, irraggiamento solare.

Termodinamica: studio dei cicli della conversione termodinamica diretta (macchine termiche a vapore ed a gas) ed inversa (macchine frigorifere e per la liquefazione dei gas); studio delle miscele di aria vapore acqueo (aria umida) e delle relative trasformazioni connesse al condizionamento dell'aria umida.

Fluidodinamica: studio del moto dei fluidi nei condotti e proporzionamento dei condotti e delle reti di condotti; calcolo di prevalenze e potenze di pompe e ventilatori.

Termocinetica: studio delle varie modalità della trasmissione termica (conduzione, convezione ed irraggiamento), nonché degli ambienti e delle apparecchiature (scambiatori, camera di combustione) nei quali si attua la trasmissione. Studio dell'isolamento termico degli impianti di riscaldamento e condizionamento degli edifici. Risparmi energetici. Architettura passiva.

ESERCITAZIONI

Calcolo di un impianto di illuminazione. Progetto e calcolo acustico di una sala per conferenze. Progetto e calcolo di un impianto di riscaldamento per abitazione.

TESTI CONSIGLIATI

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di Fisica tecnica*, estratto vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1975.

C. Boffa, M. Filippi, A. Tuberga, *Esercitazioni di Fisica tecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1978.

A. Mazza, *Esercizi di Fisica Tecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1988.

R2060 FISICA TECNICA

Prof. Vincenzo FERRO

Dip. di Energetica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Ambiente

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

50

50

10

4

4

—

Il corso è finalizzato: 1) allo studio delle varie modalità delle conversioni termodinamiche diretta ed inversa, nonché allo studio termodinamico dell'aria umida connesso al condizionamento dell'aria; 2) allo studio delle circostanze del moto dei fluidi comprimibili ed incompressibili ed al proporzionamento delle reti e dei concetti; allo studio delle varie modalità di scambio termico nonché degli ambienti e delle apparecchiature nei quali si attua lo scambio termico. Il corso si svolge con lezioni, esercitazioni, laboratori.

PROGRAMMA*Termodinamica.*

Sistemi termodinamici. Processi e lavoro termodinamici. Lavoro. Energia termica. 1° Principio della termodinamica. Gas ideali. Equazioni di stato. Trasformazioni termodinamiche. 2° Principio. Entropia. Funzioni dello stato termodinamico. Problemi della conversione termomeccanica e termoelettrica. Cicli termodinamici delle macchine alternative a gas, delle macchine a gas a flusso continuo. Cicli rigenerativi. Cicli inversi a gas. Proprietà dei vapori. Diagrammi di stato. Cicli termodinamici a vapore; cicli rigenerativi a vapore. Cicli cogenerativi. Cicli inversi a vapore; cicli inversi a cascata; cicli per la liquefazione dei gas; pompe di calore. Gas reali; equazione di Van der Waals; diagramma di Mollier dell'aria umida; impianti di condizionamento.

Fluidodinamica.

Equazioni del moto dei fluidi nei condotti; tipi di movimento. Perdite di pressione. Coefficiente di attrito. Efflusso aeriformi; misure di portata. Calcolo reti impianti ventilazione e riscaldamento. Calcolo camini. Ventilazione delle gallerie.

Termocinetica.

Conduzione, convezione, irraggiamento termico. Teoria della similitudine; relazioni adimensionali. Trasmissione del calore in regime continuo e variabile. Scambiatori di calore. Superfici alettate. Scambio termico per miscelazione. Torri refrigeranti. Evaporazione da grandi bacini.

ESERCITAZIONI

Cicli termodinamici gas e vapore diretti ed inversi. Schemi di impianti termoelettrici, frigoriferi, per produzione combinata, impianti a pompe di calore. Moto dei fluidi nelle reti; Calcolo lungo condotti di ventilazione; calcolo di camini. Scambiatori di calore; termofisica degli edifici; torri refrigeranti.

LABORATORIO

Psicrometria; misure di temperatura; misure di portate; caratteristica di un ventilatore; rendimento di un generatore di calore; misure acustiche e illuminazione.

ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI.

Prof. A. Tuberga; Ing. V. Giaretto.

TESTI CONSIGLIATI

Brunelli, Codegone, *Termodinamica, Termocinetica*, vol 1, Ed. V. Giorgio, Torino.
Boffa, Gregorio, *Elementi di Fisica Tecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Silvano GAI

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	75	25	25
Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di fare acquisire agli allievi una discreta «manualità» nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuale e di linguaggi di programmazione.

Verranno fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti software che costituiscono un sistema informatico.

Il corso può essere considerato propedeutico per molti corsi di carattere matematico/fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni e/o lo sviluppo di casi di studio su elaboratori.

PROGRAMMA

- I fondamenti: sistemi di numerazione; algebra booleana e funzioni logiche; codifica dell'informazione.
- L'architettura di un Sistema di Elaborazione: hardware e software; unità centrale di elaborazione (CPU); principi base di funzionamento; varie fasi dell'esecuzione di una istruzione; cenni sui linguaggi macchina; struttura a bus; memoria centrale (RAM e ROM); memoria di massa (Hard e Floppy Disk, Nastri); unità di Ingresso/Uscita (tastiere, video, mouse e stampanti); cenni di tecnologia microelettronica.
- Il Software: software di base e software applicativo; software di produttività individuale; caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS; fasi dello sviluppo di un programma; i principi della programmazione strutturata; elementi di programmazione Pascal; software di produttività individuale: classificazione; i word processor: Wordstar IV; fogli elettronici: il Lotus 123; cenni di basi di dati: il dBase III plus.
- I Sistemi Informativi: Tipologia Architetturale dei sistemi informativi: Personal Computer, Minicomputer, Work-station e Mainframes. I sistemi operativi: multi-task, multi-user, real time. Interconnessione in rete di elaboratori. Cenni di Telematica.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni su Personal Computer in aula e presso i LAIB su: utilizzo del word processor *Wordstar IV*, programmazione in *Pascal*, utilizzo del foglio elettronico *Lotus 123* e del data base *dBase III plus*.

TESTI CONSIGLIATI

Williams S. Davids, *Computing Fundamentals Concepts*, Second Edition, Addison-Wesley, Workingham (UK), 1989.

P. Prinetto, *Fondamenti di Informatica: Raccolta di Lucidi*, Levrotto & Bella, 1991.

K. Jensen, M. Wirth, *Pascal User Manual and Report - ISO Pascal Standard*, terza edizione, Springer, New York, 1985.

Manuale di Riferimento *DOS 3.30*, IBM Corp. e Microsoft Inc., IBM Codice Documento 94X9665.

Lotus 1-2-3 Release 2.2 Reference Manual, Lotus Development Corporation, Cambridge (Usa), 1989.

Manuale *Using dBase III Plus*, Ashton-Tate.

R2160 FONDAMENTI DI CHIMICA INDUSTRIALE

Prof. M. Pia PRATI GAGLIA

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: Ing. per l'Ambiente
e il Territorio

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	56	28	32
Settimanale (ore)	4	2	2

Indirizzo: Ambiente

Il corso intende approfondire le conoscenze della Chimica generale, inorganica ed organica attraverso le reazioni chimico-fisiche ed i concetti termodinamici relativi agli equilibri chimici in fase acquosa ed in fase gassosa.

Sono sviluppati i principi ed i metodi analitici per il controllo ambientale relativo all'aria, acqua e suolo.

È inoltre evidenziata l'interazione delle sostanze inquinanti con l'ambiente.

Il corso prevede lo sviluppo di esercitazioni in aula e laboratorio.

PROGRAMMA

La reazione chimica: aspetti qualitativi e quantitativi.

Gli equilibri ionici in fase acquosa: acido-base (pH, effetto tampone, ecc.); di precipitazione (solubilità e prodotto di solubilità); redox (potenziali, equazione di Nernst); di complessazione (composti di coordinazione, chelati).

Gli equilibri in fase gassosa.

Gli equilibri fisici (liquido-gas, solido-gas, liquido-liquido, solido-liquido).

Fattori fisici che influenzano l'equilibrio.

Reattività delle sostanze inorganiche ed organiche.

Unità di misura dei parametri di inquinamento e valutazione dei dati analitici.

Interazione primaria delle sostanze con l'ambiente (aria, acqua e suolo).

Interazione secondaria: chimica e fotochimica della Troposfera, cinetica delle reazioni fotochimiche, smog fotochimico, piogge acide.

Indici di inquinamento organico (COD, BOD, TOC, ecc.).

Metodi di determinazione di macro e micro-inquinanti nell'ambiente. (Metodi chimici, spettroscopici, elettrochimici, cromatografici).

Metodi e tecniche di campionamento.

ESERCITAZIONI

In aula verranno svolte esercitazioni di calcolo riguardanti l'applicazione dei principi teorici esposti a lezione.

LABORATORI.

In laboratorio verranno eseguite dagli studenti determinazioni analitiche di inquinanti e simulazioni di fenomeni reali.

TESTI CONSIGLIATI

M. Freiser, G. Fernando, *Gli equilibri ionici nella Chimica Analitica*, Ed. Piccin, Padova.

R. Ugo, *Analisi Chimica Strumentale*, Ed. Guadagni, Milano.

CNR IRSA, *Metodi Analitici per le acque*.

CNR IRSA, *Metodi Analitici per i fanghi*.

A.C. Stern, *Air Pollution*, Academic Press, N.Y. London.

R2240 GEOFISICA APPLICATA

Prof. Gaetano RANIERI

Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Difesa del suolo

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

60 60 —

4 4 —

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi ingegneri informazioni relative ai principali metodi di ricerca geofisica, con particolare riguardo alle loro applicazioni nel campo dell'Ingegneria per l'ambiente e il territorio (ricerche idrogeologiche, studio geomeccanico di rocce e terreni, ecc.); per ognuno dei metodi si illustrano sommariamente i principi fisici, i tipi di strumentazione, le tecniche di misura, di elaborazione e di interpretazione dei dati di campagna. Il corso consta di lezioni ed esercitazioni, comprendenti anche misure in campagna ed eventuali visite di istruzione. Nozioni propedeutiche: il corso non necessita di particolari nozioni propedeutiche, oltre a quelle fornite dai corsi del biennio.

PROGRAMMA

Metodo gravimetrico: Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo gravitazionale terrestre. Strumenti per la misura assoluta e relativa dell'accelerazione di gravità; Modalità di esecuzione dei rilievi gravimetrici. Correzione ed elaborazione dei dati. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie di gravità.

Metodo magnetico: Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo magnetico terrestre. Strumenti per la misura assoluta e relativa del campo magnetico. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie magnetiche. Sondaggi magnetici profondi.

Metodi geoelettrici: Proprietà elettriche delle rocce e dei minerali. Distribuzione di una corrente elettrica nel sottosuolo. Metodi della resistività. Metodo dei potenziali naturali. Metodo tellurico e magneto tellurico. Sondaggi elettrici profondi. Metodo della polarizzazione indotta. Metodi elettromagnetici. Sondaggi elettromagnetici. Metodi sismici: Natura e caratteristiche delle onde elastiche. Propagazione delle onde elastiche. Metodo sismico a rifrazione. Metodi analitici e grafici di interpretazione. Metodo sismico a riflessione. Elaborazione ed interpretazione dei dati. Apparecchiature per rilievi sismici. Sismologia. Parametri fisici e geometrici di un terremoto. Rischio sismico di un'area. Geotermia. Proprietà termiche delle rocce. Flusso di calore. Strumentazione. Modalità di misura.

Metodi radiometrici. Cenni sulla struttura della materia e sulla radioattività. Strumentazione. Modalità d'impiego. Interpretazione.

Carotaggi geofisici: Proprietà fisiche delle rocce interessate dalle misure in pozzo. Carotaggi elettrici, acustici, radioattivi, termici ecc. e loro applicazione alla valutazione dei giacimenti di idrocarburi e delle falde acquifere.

Metodi fisici di intervento sui terreni per la modificazione delle loro caratteristiche: elettrogeosmosi, elettroforesi.

ESERCITAZIONI

Per ognuno dei capitoli sopra elencati vengono svolti: esercizi numerici, esame di strumentazioni, rilievi in campagna, elaborazione ed interpretazione di dati.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI

L. SAMBUELLI

TESTI CONSIGLIATI

S. Marč, *Introduction to applied geophysics*, Reidel Publishing Co., Boston, 1985.

A. Norinelli, *Elementi di Geofisica applicata*, Ed. Patron, Bologna, 1982.

W.M. Telford, L.P. Galdart, R.E. Sheriff, D.A. Keys, *Applied geophysics*, Ed. Cambridge, Univ. Press., Cambridge, 1976.

M.B. Dobrin, *Introduction to geophysical prospecting*, Ed. McGraw Hill Comp., New York, 1976.

D.H. Griffiths, R.F. King, *Applied geophysics for engineers and geologists*, Pergamon Press, 1976.

Vengono inoltre fornite dispense preparate dal docente stesso.

R2245 GEOFISICA APPLICATA
RILEVAMENTO GEOLOGICO/TECNICO
 (corso integrato)

Prof. Luigi SAMBUELLI (1^a parte)
 Prof. Bartolomeo VIGNA (2^a parte)

Dip. di Georisorse e Territorio
 Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO
 2° PERIODO DIDATTICO
 INDIRIZZO: Geotecnologie

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	52	60	—
Settimanale (ore)	4	5	—

L'insegnamento si compone di due parti.

La prima ha lo scopo di fornire gli elementi teorico-applicativi delle indagini geofisiche più adatte per lo studio delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce, con particolare riguardo ai problemi relativi alle opere di scavo ed alla stabilità dei pendii. La seconda si propone di affrontare, da un punto di vista tecnico-esecutivo, le principali problematiche relative al rilevamento geologico-tecnico condotto a fini ingegneristici.

PROGRAMMA

Parte I - Geofisica applicata.

Metodi geoelettrici: proprietà elettriche delle rocce e dei minerali; distribuzione della corrente nel sottosuolo; metodi della resistività (sondaggi elettrici e profili di resistività), metodi dei potenziali naturali, metodo della polarizzazione indotta, metodi elettromagnetici.

Metodi sismici: natura e caratteristiche delle onde elastiche; metodo sismico a rifrazione: apparecchiature, operazioni di campagna, elaborazione ed interpretazione dei risultati.

Parte II - Rilevamento geologico tecnico.

Cenni di litologia e tettonica. Il rilevamento sul terreno in funzione delle diverse esigenze progettuali: natura, composizione, giacitura, tessitura, fratturazione, caratteristiche tecniche delle formazioni. Scelta delle prove geognostiche in situ e prescrizioni esecutive. Prelievo campioni, loro trasporto, scelta delle indagini di laboratorio: tipo, quantità, modalità di prova. Discussione dei risultati delle prove. Elaborazione dei dati sperimentali: correlazioni tra composizione minerolitologica e proprietà tecniche delle rocce. Rilevamento finalizzato alla redazione di carte tematiche e specialistiche: carte di rischio. Rilievo ed interpretazione aerofotogeologica. Rilevamento finalizzato alla progettazione di interventi sul territorio: vie di comunicazione, bonifica versanti, grandi opere strutturali, sistemazione del territorio.

ESERCITAZIONI

Svolte interamente sul terreno, costituiscono la parte fondamentale del corso e riguardano sia le applicazioni pratiche di rilievi geoelettrici e geosismici, sia il riconoscimento geologico e geotecnico delle formazioni in situ e l'individuazione di tutte le analisi ed indagini necessarie per la redazione di un progetto definitivo.

TESTI CONSIGLIATI

A. Norinelli, *Elementi di geofisica applicata*, Ed. Patron, Bologna, 1982.

W.M. Telford, L.P. Galdart, R.E. Sheriff, D.A. Keys, *Applied geophysics*, Ed. Univ. Press, Cambridge, 1976.

Appunti e brevi note contenenti altre eventuali indicazioni bibliografiche necessarie saranno forniti dai docenti di volta in volta.

R2280 GEOLOGIA APPLICATA

Prof. Giannantonio BOTTINO

Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Difesa del suolo - Geotecnologie

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab

80 25 —

6 2 —

Il corso è espressamente finalizzato a fornire una ampia conoscenza di nozioni geologico-applicative, indispensabili per un corretto uso delle tecniche ingegneristiche applicate alla difesa del suolo, alla geomeccanica ed allo scavo di opere in sotterraneo.

Il corso fornisce le nozioni propedeutiche di litologia, geologia e rilevamento geologico-tecnico indispensabili per una buona comprensione della Geologia applicata all'Ingegneria. Su queste premesse vengono sviluppati argomenti tecnici quali l'impiego di metodi geognostici per l'esplorazione del territorio, le tecniche di miglioramento in situ di rocce e terreni, la geologia applicata alla progettazione di infrastrutture di collegamento, delle fondazioni e degli invasi artificiali.

Un'altra parte del corso sarà dedicata ai problemi connessi con la presenza e lo sfruttamento delle acque sotterranee, ai fenomeni franosi ed alle implicazioni geologico-tecniche nella pianificazione del territorio e nella difesa dell'ambiente.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni, queste ultime sia in aula che pratiche sul terreno.

PROGRAMMA

Richiami sul ciclo geodinamico interno ed esterno, geologia stratigrafica e strutturale, genesi e classificazione delle rocce, geomorfologia. Tecniche di rilevamento e telerilevamento geologico. Cartografia tematica dei fattori fisici del territorio, lettura ed interpretazione delle carte tematiche. Caratterizzazione tecnologica delle rocce come materiali da costruzione. Esplorazione geologica del sottosuolo, correlazione di dati di sondaggi, uso della geofisica nella prospezione geologica. Miglioramento di rocce e terreni, metodologie e campi di applicazione delle diverse tecniche. Nozioni di idrogeologia: caratteristiche degli acquiferi in mezzi porosi e rocce fratturate; le acque sotterranee come risorsa e come fattore di pericolo nelle trasformazioni territoriali; captazioni e problemi di subsidenza. Aspetti geoapplicativi legati alla definizione dell'idoneità di siti per discariche. Problemi geologico-tecnici nella progettazione di strutture di collegamento ed infrastrutture urbane. Cenni sulla valutazione del rischio sismico. Problemi geologico-tecnici applicati allo studio, prevenzione e bonifica dei fenomeni franosi e di intensa erosione, metodi di valutazione del rischio che le frane rappresentano per l'attività antropica. Problemi geologico-tecnici nella progettazione degli invasi artificiali, tipologia delle dighe, studio della zona di imposta e dell'invaso, valutazione dei rischi e dell'impatto ambientale delle dighe. Problemi geologico-tecnici relativi alle fondazioni, scelta dei diversi tipi in funzione delle caratteristiche dei terreni. Problemi geologico-tecnici legati ai grandi scavi in sotterraneo, interazione con le acque sotterranee, impatto ambientale delle utilizzazioni e dello sfruttamento delle risorse del sottosuolo. Contributi della Geologia applicata alla valutazione dell'impatto ambientale delle grandi opere di trasformazione ed uso del territorio.

TESTI CONSIGLIATI

F. Ippolito, P. Nicotera, P. Lucini, M. Civita, R. De Riso, *Geologia tecnica per ingegneri e geologi*, ISEDI, Petrini ed., Torino.

M. Civita, *Classificazione tecnica ed identificazione pratica dei movimenti franosi*, Levrotto & Bella, Torino.

G. Colombo, *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli.

G. Filliat, *La pratique des sols et fondations*, Moniteur Ed., Paris.

P.H. Rahn, *Engineering Geology, an environmental approach*, Elsevier.

R2280 GEOLOGIA APPLICATA

Prof. Giampiero BARISONE

Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Pianificazione e gestione territoriale

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab

80

25

6

2

—

—

Il corso fornisce agli allievi le nozioni propedeutiche di Mineralogia, Litologia e Geologia indispensabili per una buona comprensione della Geologia Applicata all'Ingegneria. Vengono poi sviluppati argomenti prettamente tecnico-ingegneristici, come la caratterizzazione geomeccanica delle rocce tramite prove di laboratorio e in situ, l'impiego dei metodi geofisici, la tecnica dei sondaggi e delle perforazioni, il miglioramento in situ di rocce e terreni, la geologia applicata alle fondazioni, l'idrogeologia, i problemi di geologia applicata relativi alle grandi infrastrutture (strade, ferrovie, invasi artificiali, ecc.). Particolare rilievo è dato ai problemi connessi con la stabilità dei versanti ed alle implicazioni geologico-tecniche nella pianificazione ed uso del territorio.

PROGRAMMA

Richiami di geodinamica; geologia strutturale; genesi e classificazione delle rocce; processi geomorfologici. Rilevamento tradizionale e telerilevamento. Cartografia tematica integrata, sua redazione ed interpretazione. Caratterizzazione fisico-meccanica di rocce e terreni tramite prove di laboratorio e in situ; valutazione dei risultati ed estrapolazione dei dati puntuali agli ammassi rocciosi. Requisiti delle rocce come materiali da costruzione e prove relative. Esplorazione geologica del sottosuolo: indagini geofisiche; sondaggi meccanici. Miglioramento in situ di rocce e terreni. Problemi geologico-tecnici relativi alle fondazioni; scelta delle tipologie di fondazione in funzione delle caratteristiche della struttura e dei terreni. Nozioni di idrogeologia: caratteristiche degli acquiferi in mezzi porosi e in mezzi fratturati. Falde acquifere, sorgenti e relative opere di presa. Aspetti geo-applicativi legati allo sfruttamento ed ai possibili inquinamenti (discariche, ecc.). Problemi geologico-tecnici nella progettazione delle grandi strutture di collegamento (strade, ferrovie, canali); scavi e rilevati; valutazione dell'impatto ambientale. Studio e classificazione dei fenomeni franosi; interventi a prevenzione e bonifica; la stabilità dei versanti nella pianificazione territoriale. Problemi geologico-tecnici relativi alle dighe ed agli invasi artificiali; tipologia delle dighe, studio della zona di imposta e dell'invaso. I contributi della Geologia Applicata alla pianificazione territoriale e ad un corretto uso del territorio. Utilizzo del sottosuolo come alternativa alle realizzazioni in superficie e problematiche relative; studi geologico-tecnici per i grandi scavi in sotterraneo.

TESTI CONSIGLIATI

F. Ippolito, P. Nicotera, P. Lucini, M. Civita, R. De Riso, *Geologia applicata*, ISEDI, Petri-
ni Ed., Torino

M. Civita, *Classificazione tecnica e identificazione pratica dei movimenti franosi*, Levrotto
& Bella Ed., Torino.

P. Colombo, *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli Ed., Bologna.

A. Desio, *Geologia applicata all'ingegneria*, Hoepli Ed., Milano.

G. Filliat, *La pratique des sols et fondations*, Moniteur Ed., Paris.

P.H. Rahn, *Engineering Geology: an environmental approach*, Elsevier Ed., New York.

R2300 GEOMETRIA

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	48	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire agli studenti una preparazione di base per lo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica del piano e dello spazio. Una parte del corso è anche dedicata al calcolo matriciale, oltre che allo studio delle funzioni di più variabili reali.

Il corso si svolge in lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: si trovano nel corso di Analisi matematica I, con particolare riguardo alle proprietà dei numeri reali e complessi; operazioni di integrazione e di derivazione.

PROGRAMMA

Vettori liberi ed applicati. Operazioni fondamentali sui vettori ed applicazioni geometriche. Geometria analitica del piano. Coniche come curve del 2° ordine. Altri luoghi geometrici. Geometria analitica dello spazio. Coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche. Proprietà generali di curve e superficie. Sfere e circonferenze. Coni e cilindri. Superficie di rotazione e quadriche.

Elementi di geometria differenziale delle curve. Curve in forma parametrica. Lunghezza di un arco di curva. Triedro fondamentale, curvatura e torsione. Applicazioni.

Spazi vettoriali, matrici e sistemi lineari. Sottospazi. Dimensione. Operatori lineari e matrici, con relative operazioni. Risoluzione di sistemi lineari. Autovalori ed autovettori di un operatore lineare. Spazi euclidei, matrici ortogonali, decomposizione polare di un operatore. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni di più variabili a valori reali, dominio, limiti. Derivate parziali e direzionali. Gradiente, differenziale. Massimi e minimi relativi. Funzioni a valori vettoriali e matrice jacobiana. Applicazioni geometriche.

ESERCITAZIONI

Illustrazione mediante esempi ed esercizi dei vari aspetti del programma.

TESTI CONSIGLIATI

Sanini, *Lezioni di Geometria*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

Sanini, *Esercizi di Geometria*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

AA. VV., *Esercizi di Geometria*, Ed. Celid 1982.

R2490 IDRAULICA

Prof. Enzo BUFFA

Ist. di Idraulica e Costruzioni Idrauliche

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	40	8
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire gli elementi fondamentali per il proporzionamento dei serbatoi destinati a contenere fluidi, e delle condotte e dei canali per il loro convogliamento in condizioni di moto permanente e vario.

PROGRAMMA

Definizione di fluido. Distinzione tra liquidi ed aeriformi. I liquidi come sistemi continui. Grandezze dell'Idraulica. Sforzi nei sistemi continui. Densità e peso specifico. Comprimibilità. Viscosità. Liquidi non newtoniani. Regimi di moto.

Sforzi interni nei liquidi in quiete. Equazione indefinita dell'idrostatica. Carico piezometrico. Strumenti di misura della pressione. Manometri differenziali. Spinte su superfici piane. Equazione globale dell'equilibrio statico. Spinte su superfici curve. Spinte sui corpi immersi. Stabilità dei galleggianti.

Velocità e accelerazione. Elementi caratteristici del moto: traiettorie, linee di corrente, linee di emissione o di fumo. Tipi di movimento. Equazione di continuità. Equazioni di Eulero. Distribuzione della pressione nel piano normale. Correnti lineari. Teorema di Bernoulli. Potenza di una corrente. Estensione del teorema di Bernoulli alle correnti.

Equazioni del moto vario per liquido perfetto: integrazione lungo una traiettoria ed una linea di corrente. Equazione globale in condizioni dinamiche. Tubo addizionale interno con efflusso a bocca libera. Estensione del teorema di Bernoulli ai moti irrotazionali. Stramazzi: stramazzo Bazin; diga tracimante; stramazzo in parete grossa.

Analisi dimensionale: teorema pigreco e sue applicazioni. Cenni sui modelli idraulici. Equazioni di Navier. Moto laminare. Fenomeni di filtrazione: esperienza di Darcy-Ritter; legge di Darcy-Ritter generalizzata; moti di filtrazione in falda artesiana e falda freatica.

Moto turbolento: esperienza di Reynolds; genesi delle tensioni turbolente; distribuzione della velocità nella sezione circolare; indice di resistenza e sue espressioni per il tubo liscio e scabro; formula di Colebrook; diagramma di Moody e sue applicazioni; formule pratiche per il moto turbolento.

Perdite di carico localizzate; brusco allargamento di sezione; brusco restringimento di sezione. Tubo addizionale interno con efflusso a bocca piena. Luce in parete grossa.

Equazione del bilancio energetico. Lunghie condotte: definizione, problemi relativi alle lunghie condotte; progetto e verifica di funzionamento di sistemi di condotte a gravità; criteri di economia; progetto di una rete chiusa; metodo di Cross; condotte in depressione.

Colpo d'ariete: descrizione del fenomeno; equazione del moto; equazione di continuità; integrali generali del colpo d'ariete; equazioni concatenate; determinazione del sovraccarico all'otturazione e in una generica sezione; formula di Allievi-Michaud.

Correnti a pelo libero: linea dei carichi piezometrici e dei carichi totali di una corrente a pelo libero; formula di Chezy per il moto uniforme. Caratteristiche energetiche di una corrente a pelo libero; alvei a debole e forte pendenza; carattere cinematico delle correnti veloci e delle correnti lente: equazione del moto permanente; profili del pelo libero in alvei a debole e forte pendenza; integrazione dell'equazione del moto permanente in alveo prismatico; moto permanente in alveo non prismatico; condizioni ai limiti per il tracciamento dei profili di moto

permanente; risalto idraulico; passaggio di una corrente sopra una soglia di fondo; passaggio di una corrente tra le pile di un ponte.

Macchine idrauliche.

ESERCITAZIONI

Consistono in esercizi, numerici o letterali, di applicazione agli argomenti trattati nelle precedenti lezioni.

LABORATORI

Durante il corso vengono fatti n. 2 laboratori, ciascuno di 4 ore, a squadre, riassumendo i fenomeni più tipici.

TESTI CONSIGLIATI

Ghetti, *Idraulica*, Ed. Libreria Cortina, Padova, 1980.

R2910 INGEGNERIA DEGLI SCAVI

Prof. Renato MANCINI

Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Georisorse - Geotecnologia

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

5

Es.

40

4

Lab.

20

—

Il corso, di contenuto essenzialmente tecnologico, ha per oggetto lo studio, sotto gli aspetti sia teorici che pratico-applicativi, dei metodi, delle macchine e dei mezzi per l'esecuzione di lavori di scavo e sondaggi, a giorno, in sotterraneo e subacqueo. Il suo scopo è quello di fornire agli allievi le conoscenze necessarie alla scelta, alla valutazione comparativa ed alla razionale utilizzazione delle macchine e dei mezzi nelle diverse condizioni operative che si presentano.

Il corso comprende lezioni, ricerche personali su temi specifici assegnati, esercitazioni teoriche collettive, esercitazioni di laboratorio a squadre.

Nozioni propedeutiche: nozioni di Fisica, di Meccanica e di resistenza dei materiali.

PROGRAMMA

Il corso si articola in tre parti. Le prime due, più ampie, concernono le operazioni di scavo, rispettivamente, con impiego di esplosivo e senza impiego di esplosivo, e coprono le macchine, i mezzi ed i metodi per i lavori di abbattimento di rocce «lato sensu», con varie finalità, a giorno, in sotterraneo e subacqueo; la terza, a carattere di informazione generale e quindi con minore approfondimento, le trivellazioni ed i sondaggi.

Si suddivide nei capitoli seguenti: Generalità sulle operazioni di scavo nei diversi tipi di rocce e terreni e con diverse finalità. Abbattimento delle rocce con impiego di esplosivi, loro caratteristiche e modi di impiego; perforazione dei fori di mina; progettazione di lavori di abbattimento mediante esplosivi a giorno ed in sotterraneo nelle attività estrattive, nello scavo di canali, pozzi e gallerie, negli sbancamenti. Abbattimento meccanico (senza impiego di esplosivi), a giorno, di rocce incoerenti e poco coerenti (escavatori dei vari tipi, dragline, scraper, dozer ecc.). Abbattimento meccanico in sotterraneo. Taglio al monte del marmo e di altre rocce ornamentali. Draghe ed operazioni di scavo subacqueo. Metodi speciali di abbattimento. Sonde a rotazione ed a percussione. Trivellazione di pozzi di grande diametro. Esecuzione di sondaggi a piccola profondità. Trivellazione di pozzi idrici e per coltivazione di altri minerali fluidi.

ESERCITAZIONI

Teoriche collettive: studio meccanico di macchine, progettazione di volate di mine, studio di cicli di lavoro; pratiche a squadre: montaggio, smontaggio e prova di macchine.

LABORATORI

Rilevamento di caratteristiche di funzionamento di macchine.

RICERCATORE ADDETTO ALLE ESERCITAZIONI

Ing. M. Cardu.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense del corso, Celid.

Langefors, Kihlstrom, *Rock Blasting*, Ed. Almquist, Stockolm, 1963.

Melnikov, Chesnokov, *Safety in opencast Mining*, Mir, Moscow, 1981.

Pokrovsky, *Driving horizontal workings and Tunnels*, Mir, Moscow, 1977.

G. Berta, *L'esplosivo strumento di lavoro*, a cura di S.p.A. Italesplosivi, Milano, 1990.

R3080 LITOLOGIA E GEOLOGIA

Prof. Piergiorgio ROSSETTI

Dip. di Georisorse e Territorio

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Georisorse

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	75	25	10
Settimanale (ore)	6	2	—

L'insegnamento ha lo scopo di fornire le conoscenze di base su:

1) *Litologia. Processi ed ambienti di formazione, giacitura, distribuzione e caratteri generali delle rocce presenti nella parte superficiale della litosfera: loro classificazione (magmatiche, sedimentarie, metamorfiche) e studio di litotipi fondamentali.*

2) *Geologia. Fenomeni geologici che permettano all'allievo di affrontare lo studio di discipline specialistiche a carattere geologico-applicativo impartite in seguito.*

Si richiede una buona conoscenza della Mineralogia.

PROGRAMMA

Litologia. Processi ed ambienti di formazione, tipi di giacitura, diffusione e distribuzione, caratteri generali delle rocce presenti nella parte superficiale della litosfera; loro strutture e tessiture, composizioni chimiche e mineralogiche. Classificazione delle rocce; descrizione dei litotipi fondamentali di rocce plutoniche, vulcaniche, sedimentarie e metamorfiche ed esame di campioni, con riferimento soprattutto a quelli italiani.

Geologia. Struttura della Terra a scala planetaria: ipotesi sulla struttura interna del globo in base ai dati geosismici.

Geodinamica esterna. L'atmosfera: azioni termiche, chimiche, meccaniche.

Oceanografia: azione dinamica del mare; sedimentazione detritica, chimica, biochimica; i noduli polimetallici.

Idrologia superficiale: ciclo di erosione, trasporto, deposito; acque di dilavamento ed incanalate; caratteri geomorfologici collegati.

Idrologia sotterranea: strutture idrogeologiche, falde acquifere; sorgenti normali e termominerali.

Geomorfologia: cenni sui dissesti del suolo (meccanismi e cause, tipi diversi e classifica, segni precursori e premonitori).

Glaciologia: nevi e ghiacciai; vari tipi; modellamento glaciale, morene, anfiteatri; depositi fluvio-glaciali.

Sedimentologia: ciclo; sedimenti e strutture sedimentarie.

Stratigrafia: litofacies, eteropie; unità litostratigrafiche e cronostatigrafiche; lacune e discordanze. La bussola da geologo e le misure stratimetriche.

Geodinamica interna: fenomeni magmatici, intrusivi ed effusivi; fasi di consolidamento, differenziazioni; magmi e grandi strutture geologiche. Plutoniti e vulcaniti; forme degli apparati vulcanici.

Metamorfismo; vari tipi; facies metamorfiche e loro varie sequenze.

Cronologia: criteri (assoluto e relativo); misure sugli isotopi radioattivi; criteri geolitologici e stratigrafici. La colonna geologica e la sua suddivisione in ere, periodi, piani, ecc.

Tettonica: crosta e astenosfera. Faglie: classificazione dei vari tipi semplici; sistemi di faglie.

Pieghe: classificazione dei vari tipi semplici; sistemi di pieghe. Rapporti fra pieghe e faglie.

Falde di ricoprimento e gravitative. Stili tettonici e livelli strutturali.

Gravità e sue anomalie. Isostasia. Geosinclinali.

Teoria della mobilità della crosta terrestre e dei poli: deriva dei continenti, migrazione dei

poli, paleomagnetismo, calore terrestre, mobilità dei fondi oceanici, dorsali e fosse, placche crustali, pennacchi caldi, orogenesi.

Caratteri geologici strutturali delle Alpi e degli Appennini. Cenni di geologia regionale.

Cenni di geologia stratigrafica: rassegna dell'evoluzione paleogeografica legata ai vari periodi geologici e delle principali serie relative al territorio italiano.

Elementi di rilevamento geologico e di cartografia geologica; lettura ed interpretazione delle carte geologiche.

ESERCITAZIONI

Sono volte ad integrare l'insegnamento teorico e vertono essenzialmente sulle tecniche di rilevamento geologico e stratigrafico (valutazione degli elementi di definizione della giacitura di superfici strutturali), cartografia geologica e tematica, interpretazione di carte geologiche, aerofoto-interpretazione, discussione di problemi geoapplicativi. Escursione sul terreno per studio in loco di fenomeni geologici.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI E/O LABORATORI:

P. ROSSETTI

TESTI CONSIGLIATI

G. Bottino, G. Charrier, R. Sandrone, *Geologia*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1977.
Trevisan-Giglia, *Introduzione alla Geologia*, Ed. Pacini, Pisa, 1980.

J. Auboin, *Compendio di Geologia*, vol. 2, Ed. Ambrosiana, Milano, 1973.

F. Press, R. Siver, *Introduzione alle Scienze della terra*, Ed. Zanichelli, Bologna, 1985.

R3114 MACCHINE (r)

Docente da nominare

Dip. di

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Ambiente

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

36

12

2

3

1

—

Il corso fornisce agli allievi di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio gli elementi di base per lo studio delle macchine a fluido termiche e idrauliche. Vengono descritte le principali macchine motrici e operatrici e vengono illustrati i principi generali sui quali si basa il loro funzionamento.

Nozioni propedeutiche: è utile la conoscenza di alcuni argomenti trattati nei corsi di Fisica tecnica e Idraulica.

PROGRAMMA

Lo svolgimento del corso si articola sulla trattazione dei seguenti argomenti:

- 1) Impianti di turbine a vapore: cicli termodinamici, condensazione, impianti a recupero.
- 2) Compressori di gas: turbocompressori, compressori volumetrici alternativi e rotativi.
- 3) Impianti di turbine a gas: cicli termodinamici, combustori, refrigerazione.
- 4) Macchine idrauliche: turbine (Pelton, Francis, Kaplan), turbopompe.
- 5) Motori alternativi a combustione interna: cicli termodinamici e cicli di lavoro della macchina. Motori ad accensione comandata e ad accensione per compressione, analisi dei rendimenti e del riempimento. Regolazione e caratteristica meccanica. Emissioni di inquinanti allo scarico.

ESERCITAZIONI

Esempi numerici atti a valutare l'ordine di grandezza dei diversi parametri macchinistici.

LABORATORI

Visita al Laboratorio di Macchine del Dipartimento di Energetica, a fine corso.

TESTI CONSIGLIATI

A. Capetti, *Motori Termici*, Utet.

R3590 MINERALOGIA E PETROGRAFIA
CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DELLE MATERIE PRIME
 (corso integrato)

Prof. Riccardo SANDRONE (1^a parte)
 Prof. Angelica FRISA MORANDINI
 (2^a parte)

Dip. di Georisorse e Territorio

Dip. di Georisorse e Territorio

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Georisorse

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	64	42	14
Settimanale (ore)	5	3	—

L'insegnamento, rivolto all'allievo Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio (indirizzo Georisorse), si compone di due parti.

La prima parte ha finalità propedeutiche, si propone cioè di fornire le conoscenze fondamentali di mineralogia e petrografia necessarie per accedere allo studio delle discipline di carattere naturalistico-applicativo che si collocano nel flusso didattico dell'indirizzo predetto. La seconda parte ha lo scopo di impartire le principali nozioni sulle proprietà tecniche delle materie prime minerali interessanti la tecnologia moderna, con particolare attenzione alla loro valutazione quantitativa con metodi unificati di prova.

Lo svolgimento del corso prevede lezioni, esercitazioni e laboratori. Nozioni propedeutiche: Chimica, Fisica I.

PROGRAMMA

Parte I - Mineralogia e petrografia

Morfologia e struttura dei minerali.

Classificazione cristallografica di minerali; caratteri distintivi delle varie classi e delle specie più rappresentative.

Proprietà e metodologie utili per l'identificazione dei minerali componenti di rocce in senso lato e di giacimenti che formano oggetto dell'attività estrattiva.

Parte II - Caratterizzazione tecnologica delle materie prime

Le proprietà fisiche dei materiali naturali interessanti la tecnologia moderna. Definizioni, metodi di misura e coordinamento dei vari concetti con la natura litologica.

Le proprietà tecnologico-applicative dei materiali naturali, correlate con le loro caratteristiche fisiche e composizionali.

Esemplificazione di metodi unificati di prova e dei relativi limiti di accettazione per le rocce impiegate nelle costruzioni e per i minerali di uso industriale diretto.

Caratteristiche tecniche di insiemi di particelle e/o di cristalli e determinazione di valori statistici corrispondenti alla loro distribuzione.

ESERCITAZIONI

Esame sistematico descrittivo di campioni di minerali e di rocce. Applicazioni della diffrazione a raggi X e dei metodi della diagnosi ottica petrografica.

LABORATORIO

Esecuzione di saggi specifici per l'accettazione di diverse categorie di materiali.

TESTI CONSIGLIATI

Parte I

E. Grill, *I minerali industriali e i minerali delle rocce*, Ed. Hoepli, Milano, 1963.

A. Mottana, R. Crespi, G. Liborio, *Minerali e rocce*, Ed. Mondadori, Milano, 1981.

Parte II

S.J. Lefond (ed.), *Industrial Minerals and Rocks*, American Inst. Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, New York, 1983.

F. Calvino, *Lezioni di Litologia applicata*, Ed. Cedam, Padova, 1967.

R4600 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Franco ALGOSTINO

Dip. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	52	52	—
Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile.

Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di De Saint Venant. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi). Si imposta infine il problema della stabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero.

Oltre alla impostazione teorica ed analitica dei problemi strutturali, particolare riguardo viene dato alle soluzioni ottenute mediante procedimenti numerici.

Nozioni propedeutiche: Statica nel piano e nello spazio. Geometria delle aree, Analisi Matematica, Calcolo Numerico.

PROGRAMMA

Richiami di Statica e Geometria delle aree.

Analisi dello stato di deformazione: componenti della deformazione, deformazioni principali, equazioni di congruenza.

Analisi dello stato di tensione: equazioni di equilibrio, cerchi di Mohr, tensioni principali. Equazione dei lavori virtuali. Teoremi energetici.

Leggi costitutive del materiale. Il corpo elastico: la legge di Hooke. Tensioni ideali, limiti di resistenza.

Il problema di De Saint Venant: impostazione generale del problema, flessione deviata, torsione, taglio.

Il principio di De Saint Venant: teoria delle travi.

Travature piane caricate nel loro piano e caricate trasversalmente. Travature spaziali.

Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in travature isostatiche ed iperstatiche.

Problemi non lineari con grandi deformazioni. Fenomeni di instabilità. L'asta caricata di punta: teoria di Eulero, l'asta oltre il limite elastico.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni della teoria svolta a lezione.

Gli allievi, in gruppi, guidati dal docente, risolvono problemi concreti, ed eseguono elaborati servendosi di personal computers.

TESTI CONSIGLIATI

P. Cicala, *Scienza delle Costruzioni*, vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Faraggiana, A.M. Sassi Perino, *Applicazioni di Scienza delle Costruzioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino

R5570 TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA

Prof. Giuseppina ACQUARONE

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Indirizzi: Difesa del suolo, Georisorse,
Geotecnologie,
Pianificazione e gestione territoriale

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	30	20
Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di base relative alle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali alla cui utilizzazione è condizionata ogni costruzione nel campo dell'Ingegneria. Sono inoltre trattati i problemi che si riferiscono alle prestazioni dei materiali in opera.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, prove in laboratorio e visite di istruzione. Per una chiara comprensione della materia è indispensabile una buona conoscenza delle nozioni impartite nel corso di Chimica e dei concetti fondamentali della Fisica.

PROGRAMMA

Acque. Acque potabili e industriali. Trattamento delle acque di rifiuto. Generalità sui combustibili e sulla combustione. Potere calorifico. Aria teorica per la combustione. Temperatura di fiamma. Laterizi. Classificazione e saggi tecnici. Prodotti ceramici a pasta porosa e compatta: maioliche, porcellana e grès. Cementanti aerei. Calci aeree e gesso. Malte di calce. Classificazione e norme di legge sulle calci aeree. Cemento Sorel. Cementanti idraulici. Calci idrauliche, cemento Portland, pozzolanico, di alto forno e alluminoso. Cementi per sbarramenti di ritenuta. Effetto delle acque dilavanti e selenitose sul calcestruzzo. Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici sui leganti idraulici. Il calcestruzzo. Additivi per calcestruzzo. Calcestruzzi leggeri: porosi e cellulari. Materiali per costruzione di strade. Asfalti. Bitumi. Inerti. Il legno. Legnami da costruzione. Processi di impregnazione antimicotica ed ignifugante del legno. Trattamenti di stabilizzazione dimensionale del legno. Compensati. Paniforti. Pannelli di fibra di legno. Il vetro. Classificazione. Vetro comune e vetri speciali. Vetri di sicurezza. Materiali ferrosi. Ghise di prima fusione. Ghise da getto. Ghisa malleabile e sferoidale. Produzione dell'acciaio. Trattamenti termici degli acciai. Ferri per calcestruzzi armati. Fili di acciaio per cemento armato precompresso. Funi a trefoli di acciaio. Acciai strutturali. Fenomeni di corrosione su materiali ferrosi. Protezione dei materiali ferrosi. Classificazione UNI degli acciai. Metalli non ferrosi. Leghe di alluminio e rame di comune impiego nelle costruzioni edili. Materie plastiche. Classificazione. Applicazione nell'edilizia moderna. Vernici e pitture. Classificazione in base alla natura del filmogeno. Idropitture. Pitture alla calce e pitture al silicato. Pigmenti.

ESERCITAZIONI

Calcoli numerici su problemi relativi alla deionizzazione delle acque ed alla normativa ed all'impiego di combustibili e di leganti idraulici. Prove di controllo e collaudo dei materiali per costruzioni.

LABORATORI

Laboratorio di analisi e prove su materiali per costruzione.

TESTI CONSIGLIATI

M. Lucco Borlera, C. Brisi, *Lezioni di Tecnologia dei materiali e Chimica applicata*, Levrotto & Bella, 1988.

R6020 TOPOGRAFIA

Prof. Sergio DEQUAL

Dip. di Georisorse e Territorio

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Ambiente

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	48	12
Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso, essenzialmente propedeutico, fornisce anche una preparazione di base per l'esecuzione di operazioni topografiche connesse alle opere di programmazione territoriale. I temi trattati sono: Elementi di geodesia e cartografia. Teoria delle osservazioni. Strumenti ed osservazioni di misura. Metodo di rilievo topografico. Elementi di fotogrammetria.

Il corso si svolgerà con lezioni teoriche, esercitazioni di calcolo, laboratorio e attività all'aperto per pratica su strumenti topografici.

Nozioni propedeutiche: Analisi matematica I e II, Fisica I e II, Geometria.

PROGRAMMA

Elementi di geodesia. Campo di gravità terrestre; definizione della superficie di riferimento: geoidi, sferoidi, ellissoidi terrestri. Sezioni normali. Teorema della geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico. Calcolo delle coordinate di punti sull'ellissoide terrestre. *Elementi di cartografia.* Deformazione delle carte. Tipi di rappresentazioni. Equazioni differenziali delle carte conformi ed equivalenti. Cartografia ufficiale italiana.

Elementi di teoria della combinazione delle misure. Elementi di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette. Misure indirette. Misure dirette condizionate.

Strumenti ed operazioni di misura. Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura diretta ed indiretta delle distanze. Misura delle distanze mediante strumenti ad onde. Livellazione geometrica. Livelli.

Metodi di rilievo topografico. Generalità sulle reti dei punti di appoggio. Compensazione delle reti. Triangolazioni. Metodi di intersezione. Poligonali. Livellazioni. Compensazione delle reti di livellazione. Rilievo dei particolari. Sezioni. Celerimensura.

Elementi di fotogrammetria. Principi e fondamenti analitici. Strumenti per la presa fotografica. Apparat di restituzione. Orientamento interno di un fotogramma. Orientamento esterno di una coppia di fotogrammi stereoscopici. Restituzione fotogrammetrica.

ESERCITAZIONI

Calcolo: poligonali, intersezioni, reti planimetriche, reti di livellazione. Misure e strumenti: tacheometri, livelli, teodoliti, piccoli rilievi. Elementi di cartografia. Analisi di immagini per telerilevamento.

LABORATORI

Verifica e rettifica di tacheometri, teodoliti e livelli.

TESTI CONSIGLIATI

Inghilleri, *Topografia generale*, Ed. Utet, 1974.

Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, Ed. Clup, Milano, 1978.

AA.VV., *Manual of Remote Sensing*, Ed. ASPRS, 1985.

R6020 TOPOGRAFIA

Prof. Carmelo SENA

Dip. di Georisorse e Territorio

II e III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Indirizzo: Difesa del suolo, Georisorse,
Geotecnologie

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

20

2

Lab.

40

3

Il corso ha lo scopo di dare agli allievi una panoramica dettagliata sulle moderne metodologie ed apparecchiature impiegate per i rilievi topografici e fotogrammetrici e di presentare le basi teoriche che formano l'ossatura della geodesia, della cartografia e della teoria degli errori, in modo da mettere gli allievi stessi in condizioni di poter far eseguire, seguire e controllare lavori topografici e topometrici di ogni tipo. Il corso è completato da esercitazioni sul terreno e in laboratorio e da visite presso Ditte specializzate.

PROGRAMMA

La figura della Terra-Geoide-Ellissoide. Parametri dell'ellissoide e loro determinazione. El-lissoidi di riferimento (Bessel, Internazionale 1924 e 1950, WG72 e WG84). Coordinate geografiche. Sfera locale. Cartografia: proiezioni coniche e cilindriche, proiezione stereografica polare. Rappresentazioni conformi Gauss-Boaga e U.T.M. Modulo di deformazione lineare. Riduzione angolare. Trasformazione da coordinate geografiche a coordinate piane e viceversa.

Campo geodetico. Teorema di Legendre. Campo topografico per distanze, dislivelli, angoli azimutali. Trilaterazioni. Ordini dei vertici. Misura e sviluppo delle basi. Punti di Laplace. Riduzione delle distanze misurate. Poligonazioni; poligonali chiuse e aperte, compensazioni. Rilievo di dettaglio: microtriangolazioni, microtrilaterazioni, intersezione in avanti, intersezione inversa (Pothénot, Hansen), per irraggiamento, per coordinate ortogonali. Livelle torica e sferica. Teodolite geodetico universale. Teodolite a lettura ottica e a lettura elettronica. Teodolite informatico. Tacheometro. Verifiche e rettifiche. Bussola, tacheometro-bussola. Bussola giroscopica. Livellazioni: trigonometrica; geometrica (tecnica e di alta precisione); barometrica; idrostatica. Livelli: tecnici e di alta precisione. Livelli autolivellanti. Verifiche e rettifiche. Barometri aneroidi. Bilance idrostatiche.

Misura delle distanze: longimetri (norme CEE), nastri di precisione, apparato di Jäderin. Telemetri. Distanziometri a onde. Metodi ad angolo parallattico costante o variabile.

Segnalazione dei vertici e dei capisaldi. Monografie.

Rilievo topografico per punti. Restituzione a mano e automatica.

Rilievo in sotterraneo. Riporto di punti e direzioni. Collimatori a laser.

Misura delle aree: planimetri, coordinatometri. Volumetria.

Posizionamento mediante satelliti con sistemi GPS e Starfinder.

Fotografia: Camere fotografiche. Obiettivi. Materiali sensibili (in b/n, all'infrarosso, a colori, in falso colore). Caratteristiche delle emulsioni (sensibilità generale, sensibilità spettrale, potere risolutivo, ecc.). Trattamenti. Filtri e schermi ottici.

Fotogrammetria. Rilievi fotogrammetrici. Stereoscopia. Stereofotogrammetria. Aerofotogrammetria. Intervallometri. Camere speciali per rilievi terrestri e aerei. Orientamento interno. Orientamento esterno (orientamento relativo e assoluto). Restitutori ottici, analogici, analitici. Ortoproiettori. Triangolazione aerea.

Collaudo dei voli e dei rilievi fotogrammetrici. Analisi dei costi.

Teoria degli errori. Tipi di errori. Curva di Gauss. Principio dei minimi quadrati. Media teorica, empirica, ponderata. Errori quadratici medi. Tolleranza. Misure indirette. Compensazioni con il metodo delle osservazioni indirette.

ESERCITAZIONI

Sviluppo di programmi topografici per la risoluzione e la compensazione di intersezioni, poligoni, reti di livellazione, ecc. Uso degli strumenti topografici.

Rilievi in superficie ed in sotterraneo. Uso dei restitutori fotogrammetrici.

TESTI CONSIGLIATI

Bezoari G. et Al. *Topografia e Cartografia*, Vol I e II, Ed. Hoepli.

Solaini, Inghilleri, *Topografia*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Inghilleri, *Topografia generale*, Ed. Utet.

Astori, Solaini, *Fotogrammetria*, Ed. Clup, Milano

R6020 TOPOGRAFIA

Prof. Carmelo SENA

Dip. di Georisorse e Territorio

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Pianificazione e gestione
territoriale

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

50

4

Lab.

10

—

Il corso, essenzialmente propedeutico, fornisce anche una certa preparazione per la comprensione e l'esecuzione delle tecniche topografiche che affiancano l'opera dell'ingegnere. I temi generali trattati sono: Elementi di geodesia e cartografia, Elementi di teoria delle misure (topografiche), Metodi e strumenti topografici, Cenni di fotogrammetria e telerilevamento.

Il corso si svolgerà con lezioni teoriche, esercitazioni di calcolo e strumentali, laboratorio per pratica su strumenti topografici.

Nozioni propedeutiche: Analisi matematica I, Analisi matematica II, Fisica I, Fisica II, Geometria.

PROGRAMMA

Elementi di geodesia. Campo di gravità terrestre; definizione della superficie di riferimento: geoide, sferoide, ellissoide terrestre. Sezioni normali. Teorema della geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico. Calcolo delle coordinate di punti sull'ellissoide terrestre.

Elementi di cartografia. Deformazione delle carte. Tipi di rappresentazioni. Equazioni differenziali delle carte conformi ed equivalenti. Cartografia ufficiale italiana.

Elementi di teoria della combinazione delle misure. Elementi di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette. Misure indirette. Misure dirette condizionate.

Strumenti ed operazioni di misura. Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura diretta ed indiretta delle distanze. Misura delle distanze mediante strumenti ad onde. Livellazione geometrica. Livelli.

Metodi di rilievo topografico. Generalità sulle reti dei punti di appoggio. Compensazione delle reti. Triangolazioni. Metodi di intersezione. Poligonali. Livellazioni. Compensazione delle reti di livellazione. Rilievo dei particolari. Sezioni. Celerimensura.

Elementi di fotogrammetria. Principi e fondamenti analitici. Strumenti per la presa fotografica. Apparati di restituzione. Orientamento interno di un fotogramma. Orientamento esterno di una coppia di fotogrammi stereoscopici. Restituzione fotogrammetrica.

Concetti fondamentali di Telerilevamento.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni di calcolo: compensazioni di intersezioni, poligonali, reti di livellazione, ecc. Esercitazioni strumentali: uso di tacheometri, teodoliti, livelli. Effettuazione di modeste operazioni topografiche e di piccoli rilievi.

LABORATORI

Verifica e rettifica di tacheometri, livelli, teodoliti. Esame di distanziometri elettronici.

TESTI CONSIGLIATI

Solaini, Inghilleri, *Topografia*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Inghilleri, *Topografia generale*, Ed. Utet.

Demichelis, Sena, *Esercitazioni di topografia*, Ed. Clut, Torino.

Astori - Solaini, *Fotogrammetria*, Ed. Clup, Milano.

Allegato alla presentazione dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni.

ELENCO GENERALE DEI RAGGRUPPAMENTI PER LA SCELTA DI DISCIPLINE OPZIONALI ⁽¹⁾

- A011 Algebra e logica matematica
 - Algebra
- A012 Geometria
 - Geometria differenziale
 - Teoria dei grafi
- A021 Analisi matematica
 - Analisi funzionale
 - Calcolo delle variazioni
- A022 Calcolo delle probabilità
 - Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
 - Statistica matematica
- A030 Fisica matematica
 - Calcolo tensoriale e meccanica del continuo
 - Fisica matematica
 - Meccanica analitica
 - Sistemi dinamici
- A042 Ricerca operativa
 - Modelli per il supporto alle decisioni
 - Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi
 - Modelli per la pianificazione territoriale
 - Ricerca operativa
 - Simulazione
- B020 Fisica teorica e metodi matematici della fisica
 - Istituzioni di meccanica quantistica
 - Meccanica statistica

(1) Accanto ad ogni gruppo di materie è indicato il rispettivo raggruppamento disciplinare

- B030 Struttura della materia
 - Elettronica quantistica
 - Fisica dei laser
 - Fisica delle superfici
 - Fisica dello stato solido
 - Ottica
 - Superconduttività
- C050 Chimica organica
 - Chimica organica
- D042 Geofisica applicata
 - Geofisica applicata
- D043 Oceanografia, fisica dell'atmosfera e navigazione
 - Fisica dell'atmosfera
 - Meteorologia
- E031 Biologia generale ed ecologia
 - Elementi di ecologia
- E060 Fisiologia umana
 - Fisiologia umana
- H011 Idraulica
 - Idraulica ambientale
 - Meccanica dei fluidi
- H020 Ingegneria sanitaria-ambientale
 - Dinamica degli inquinanti
- H040 Trasporti
 - Esercizio dei sistemi di trasporto
 - Pianificazione dei trasporti
 - Progettazione di sistemi di trasporto
 - Tecnica ed economia dei trasporti
 - Teoria e tecnica della circolazione

- H050 Topografia e cartografia
 - Fotogrammetria
 - Telerilevamento
 - Topografia
- H071 Scienza delle costruzioni
 - Scienza delle costruzioni
- H120 Storia dell'architettura
 - Storia dell'architettura
 - Storia dell'architettura e dell'urbanistica
- H130 Restauro
 - Restauro
- H143 Tecnica urbanistica
 - Ingegneria del territorio
 - Innovazioni tecnologiche e trasformazioni territoriali
 - Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
 - Tecniche di gestione del territorio
- I021 Meccanica del volo
 - Dinamica del volo
 - Dinamica del volo spaziale
 - Meccanica del volo
 - Meccanica del volo spaziale
- I023 Impianti e sistemi aerospaziali
 - Impianti aeronautici
 - Impianti aerospaziali
 - Impianti e servomeccanismi aeronautici
 - Sistemi di controllo termico aerospaziale
 - Sistemi di guida e navigazione aeronautici e aeromissilistici
 - Strumentazione aeronautica
- I030 Fluidodinamica
 - Fluidodinamica ambientale
 - Gasdinamica
 - Termofluidodinamica

- I042 Macchine e sistemi energetici
 - Dinamica e controllo delle macchine
 - Macchine
 - Modelli delle macchine
 - Oleodinamica e pneumatica
 - Gestione delle macchine e dei sistemi energetici
 - Sistemi energetici
- I050 Fisica tecnica
 - Criogenia
 - Trasmissione del calore
 - Gestione delle risorse energetiche nel territorio
 - Tecnica del controllo ambientale
- I060 Misure meccaniche e termiche
 - Misure termiche e regolazione
- I070 Meccanica applicata alle macchine
 - Automazione a fluido
 - Controllo delle vibrazioni e del rumore
 - Meccanica degli azionamenti
 - Meccanica dei robot
 - Meccanica del veicolo
 - Modellistica e simulazione di sistemi meccanici
 - Regolazione e controllo dei sistemi meccanici
- I090 Disegno industriale
 - Disegno assistito dal calcolatore
 - Disegno tecnico industriale
- I100 Tecnologie e sistemi di lavorazione
 - Produzione assistita dal calcolatore
 - Programmazione e controllo della produzione meccanica
 - Tecnologia meccanica
- I110 Impianti industriali meccanici
 - Impianti industriali
 - Logistica industriale

- I123 Misure e strumentazione nucleare
 - Strumentazione e misure per gli impianti nucleari
 - Strumentazione e tecniche nucleari di rilevazione ambientale
- I140 Chimica applicata, scienza e tecnologia dei materiali
 - Chimica applicata
 - Scienza dei materiali
 - Scienza e tecnologia dei materiali
 - Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
 - Scienza e tecnologia dei materiali compositi
 - Materiali polimerici
 - Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
- I151 Chimica fisica applicata
 - Chimica fisica applicata
- I152 Principi di ingegneria chimica
 - Principi di ingegneria chimica ambientale
- I156 Ingegneria chimica biotecnologica
 - Processi biotecnologici ambientali
- I170 Elettrotecnica e tecnologie elettriche
 - Elettromeccanica dei sistemi continui
 - Progetto automatico dei circuiti
 - Teoria delle reti elettriche
- I180 Macchine ed azionamenti elettrici
 - Azionamenti elettrici
 - Azionamenti elettrici per l'automazione
 - Conversione statica dell'energia elettrica
 - Elettronica industriale di potenza
 - Macchine elettriche
 - Sensori ed attuatori elettrici
 - Sistemi elettronici di potenza
- I190 Sistemi elettrici per l'energia
 - Affidabilità dei sistemi elettrici
 - Automazione di sistemi elettrici per l'energia
 - Impianti elettrici

- Sistemi elettrici di bordo
- Tecnica della sicurezza elettrica
- Tecnica ed economia dell'energia elettrica

- I200 Misure elettriche ed elettroniche
 - Affidabilità e controllo di qualità
 - Elaborazione di segnali e di informazioni di misura
 - Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
 - Misure a iperfrequenze
 - Misure a collaudo di macchine e impianti elettrici
 - Misure elettriche
 - Misure per l'automazione e la produzione industriale
 - Misure per la diagnostica e la qualificazione di componenti e sistemi
 - Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
 - Qualificazione degli algoritmi per sistemi di misura
 - Sensori e trasduttori
 - Strumentazione elettronica di misura

- I210 Elettronica
 - Architettura dei sistemi integrati
 - Circuiti integrati a microonde
 - Dispositivi elettronici II
 - Elettronica dei sistemi digitali
 - Elettronica delle telecomunicazioni
 - Elettronica dello stato solido
 - Elettronica di potenza
 - Microelettronica
 - Optoelettronica
 - Strumentazione e misure elettroniche
 - Tecnologie e materiali per l'elettronica

- I220 Campi elettromagnetici
 - Antenne
 - Campi elettromagnetici II (spec.)
 - Compatibilità elettromagnetica
 - Componenti e circuiti ottici
 - Microonde
 - Propagazione
 - Tecniche elettromagnetiche di riconoscimento radar
 - Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

- I230 Telecomunicazioni
 - Comunicazioni ottiche
 - Elaborazione e trasmissione delle immagini

- Elaborazione numerica dei segnali
- Reti di telecomunicazioni
- Sistemi a microonde per telecomunicazioni
- Sistemi di commutazione
- Sistemi di radiocomunicazione
- Sistemi di telecomunicazione
- Telematica
- Teoria dei segnali
- Teoria dell'informazione e codici
- Teoria e tecnica radar
- Teoria e tecniche del riconoscimento
- Trasmissione numerica

● I240 Automatica

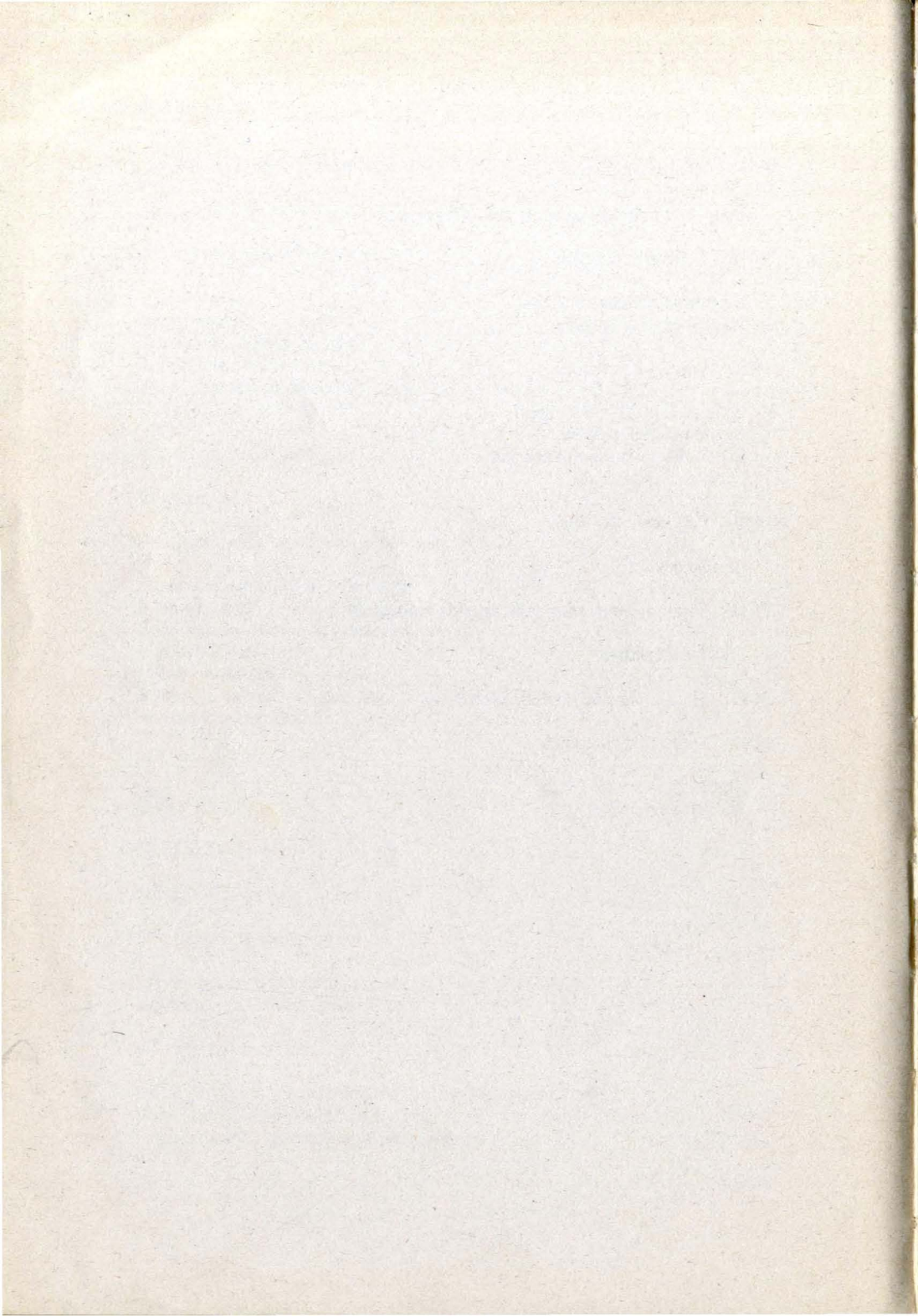
- Analisi dei sistemi
- Automazione industriale
- Controllo dei processi
- Controllo digitale
- Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
- Modellistica e controllo dei sistemi ambientali
- Modellistica e identificazione
- Robotica industriale
- Sistemi adattativi
- Sistemi di supervisione e controllo esperto
- Tecnologie e sistemi di controllo
- Teoria dei sistemi
- Teoria del controllo

● I250 Sistemi di elaborazione delle informazioni

- Basi di dati
- Calcolatori elettronici
- Impianti di elaborazione
- Informatica industriale
- Informatica teorica
- Ingegneria del software
- Ingegneria della conoscenza e sistemi esperti
- Linguaggi e traduttori
- Reti di calcolatori
- Reti logiche
- Robotica
- Sistemi di elaborazione
- Sistemi operativi
- Sistemi per la progettazione automatica
- Teoria e tecniche di elaborazione della immagine

- I261 Bioingegneria elettronica
 - Strumentazione biomedica
- I262 Bioingegneria meccanica
 - Biomacchine
 - Biomeccanica
 - Costruzioni biomeccaniche
 - Fluidodinamica biomedica
 - Strumentazione biomedica
 - Termodinamica biomedica
- I263 Bioingegneria chimica
 - Biomateriali
- I270 Ingegneria economico-gestionale
 - Economia applicata all'ingegneria
 - Economia e gestione dei servizi
 - Economia e gestione dell'innovazione
 - Marketing industriale
 - Sistemi di analisi finanziaria
 - Sistemi di controllo di gestione
 - Sistemi organizzativi
- L281 Storia dell'arte
 - Storia dell'arte
- N030 Diritto del lavoro
 - Diritto del lavoro
- N050 Diritto amministrativo
 - Diritto dell'assetto territoriale
 - Diritto e legislazione urbanistica
- N140 Materie giuridiche
 - Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
 - Istituzioni di diritto pubblico e privato
 - Legislazione sul lavoro e sull'infortunistica

- P011 Analisi economica
 - Economia matematica applicata all'ingegneria
- P012 Economia politica
 - Economia politica
 - Istituzioni di economia
- P013 Politica economica
 - Economia degli investimenti
 - Economia dell'impresa
 - Economia delle fonti di energia
 - Economia industriale
- P021 Economia aziendale
 - Analisi dei costi
- P022 Economia e tecnica delle aziende industriali
 - Finanza aziendale
- P041 Statistica e calcolo delle probabilità
- P042 Statistica economica
 - Analisi di mercato
 - Statistica aziendale



INDICE ALFABETICO DEI DOCENTI

- ABBATTISTA F., 102.
 ACQUARONE G., 74, 468.
 ALGOSTINO F., 132, 190, 258, 467.
 ANGELINI E., 175, 282, 313, 355.
 ANGLÉSIO P., 217.
 APPENDINO P., 133.
 ASCOLI R., 171, 275, 349.
 BACCIOTTI A., 276, 349.
 BALDI G., 131.
 BARATELLA P., 119.
 BARBERO G., 285, 286, 319, 320, 362, 363.
 BARBISIO E., 246, 247.
 BARISONE G., 35, 458.
 BECCARI C., 326, 327.
 BELFORTE G., 186, 220.
 BIANGO G., 38.
 BIEY M., 291, 292.
 BOFFA C., 33, 451.
 BOGLIETTI A., 213.
 BOIERI P., 275, 350.
 BOTTINO G., 457.
 BRESSO M., 39.
 BRISI C., 120, 210.
 BRUNO G., 288, 290, 322, 325.
 BUFFA E., 460, 461.
 BURDESE A., 130.
 BUTERA L., 221.
 CALI' M., 183, 395.
 CANAVERO F., 317, 318, 360, 361.
 CANUTO E., 86, 207, 357.
 CARDINALE N., 216.
 CARPINTERI A., 223, 224.
 CARUSO A., 62.
 CATELLANI N., 185.
 CASTELLANI V., 283.
 CHIAMPI M., 92.
 CHIARLI N., 289, 323, 367.
 CHITI G., 275, 350.
 CIVALLERI P.P., 178.
 CIVERA P., 326, 327.
 CODEGONE M., 115, 207.
 COLOSI G., 443.
 COPPO S., 61.
 CORNO E., 250, 251.
 CUMINO C., 289, 323, 400.
 D'ALFIO N., 124, 444.
 DANIELE V., 317, 318, 360, 361.
 DEMICHELIS P., 288, 322, 365.
 DEQUAL S., 45, 469.
 DI CHIO G., 402, 403.
 DI LEVA A., 352.
 FERRARESI C., 368.
 FERRERO F., 226.
 FERRO V., 452.
 FILISSETTI BORELLO O., 285, 286, 319, 320, 362, 363.
 FRISA MORANDINI A., 466.
 GAI S., 128, 453.
 GALIZIA ANGELI M.T., 209, 242.
 GIANOGGIO C., 188, 189.
 GIORDANA M., 284, 359.
 GOFFI L., 43, 73.
 GRASSI BORRONI G., 282, 313, 355.
 GRECO S., 289, 323, 367.
 GREGORIO P., 95, 260, 261.
 JACAZIO G., 256.
 JAMIOLKOWSKI M., 37.
 LAURENTINI A., 253, 290, 325.
 LEPORA P., 218.
 LEPORATI E., 101.
 LEVI R., 227.
 LOMBARDI C., 331, 374.
 LO PRESTI L., 293, 328, 329.
 LUCCO BORLERA M., 44.
 MADDALENO F., 316.
 MAJA M., 134.
 MANCINI R., 462.
 MARCANTE LONGO E., 222.
 MARCHIS V., 324, 392.
 MARINO F., 225, 389.
 MARRO P., 41, 42, 70, 71.
 MASCARELLO M., 116, 208.
 MASSAZA C., 129, 219.
 MAURO V., 369.
 MAZZA A., 66.
 MENGA G., 358, 373.
 MEZZALAMA M., 34, 67, 96.
 MEZZETTI E., 215, 249.
 MILANESE M., 330, 372.
 MINETTI B., 287, 321, 364.
 MIRALDI E., 93.
 MONEGATO G., 88, 311.
 MONTESSORO P., 407, 408.

- MONTORSI M., 210, 259.
 MONTROSSET I., 314, 315.
 MORELLI P., 90.
 MORONI P., 174, 440.
 NALDI C., 314, 315.
 NAVALE M.T., 30.
 NOVELLO MASSAI G., 442.
 OLDANO C., 398.
 OMINI M., 287, 321, 364.
 ORLANDO M., 176, 390.
 ORTA R., 312.
 PANDOLFI L., 257.
 PANDOLFI M., 98.
 PENAZZI N., 29, 60, 441.
 PESSINA G., 117, 188.
 PIAZZESE F. 187, 255, 310, 354.
 PICCOLO E., 288, 322, 365.
 PIGLIONE F., 213.
 PIGLIONE L., 179.
 PIOMBO B., 220.
 PODDA G., 212.
 PRATI GAGLIA M.P., 121, 454.
 PRINETTO P., 366, 370.
 POZZOLO V., 316.
 QUARATI P., 252.
 QUENDA R., 91, 245.
 QUORI F., 85.
 RANIERI G., 447, 455.
 RAPARELLI T., 368.
 RAVAZZI P., 391.
 REPACI A., 222.
 RICCI F., 276, 349.
 RIGANTI R., 100.
 ROCCATI G., 176.
 ROLANDO LESCHIUTTA M., 31, 58,
 438, 450.
 ROLANDO P., 282, 313, 355.
 ROSSETTI P., 463, 464.
 ROSSETTO S., 177.
 SAMBUELLI L., 456.
 SANDRONE R., 466.
 SANINI A., 36, 68.
 SARACCO G., 122.
 SCARAFIOTTI A.R., 387.
 SCARZELLA P., 59, 72.
 SENA C., 46, 470, 471, 472.
 SERRA A., 353.
 SORDO S., 221.
 STEPANESCU A., 125, 126.
 STRIGAZZI A., 285, 286, 319, 320,
 362, 363.
 TARTAGLIA A., 94, 182.
 TARTAGLIA M., 445.
 TAVERNA VALABREGA P., 32, 65.
 TEPPATI G., 173, 277, 309, 351.
 TROSSI L., 127, 215.
 VACCA M.T., 40, 69.
 VALABREGA P., 129, 219.
 VALENZANO A., 184, 399.
 VALLINO M., 89, 210.
 VATTA F., 99.
 VIGNA B., 456.
 VILLA A., 409.
 VITI S., 27, 57.
 ZABOT M., 401.
 ZAVATTARO M.G., 100.
 ZICH R., 280.
 ZOMPI' A., 227.

INDICE ALFABETICO DEGLI INSEGNAMENTI

- AERODINAMICA, 85.
- ANALISI MATEMATICA, 387.
- ANALISI MATEMATICA I, 27, 57, 86, 115, 147, 171, 207, 241, 275, 387, 437.
- ANALISI MATEMATICA II, 31, 58, 87, 116, 148, 172, 208, 209, 242, 276, 350, 438.
- ANALISI MATEMATICA III, 149, 173, 277, 309, 351.
- APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE, 117, 118.
- ARCHITETTURA TECNICA, 59, 439.
- BASI DI DATI, 352.
- CALCOLATORI ELETTRONICI, 353.
- CALCOLO DELLE PROBABILITÀ, 278, 310, 354.
- CALCOLO NUMERICO, 119, 150, 174, 243, 279, 311, 388, 440.
- CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE, 88.
- CAMPI ELETTROMAGNETICI, 312.
- CAMPI ELETTROMAGNETICI I, 280.
- CAMPI ELETTROMAGNETICI II, 281.
- CHIMICA, 29, 60, 89, 151, 175, 210, 244, 282, 313, 355, 389, 441.
- CHIMICA I, 120.
- CHIMICA II, 121.
- CHIMICA INDUSTRIALE I, 122.
- CHIMICA ORGANICA, 123.
- COMUNICAZIONI ELETTRICHE, 283, 356.
- CONTROLLI AUTOMATICI, 211, 357, 358.
- COSTRUZIONE DI MACCHINE, 176.
- COSTRUZIONI AERONAUTICHE, 90.
- DISEGNO, 30, 442.
- DISEGNO ASSISTO DAL CALCOLATORE, 176, 390.
- DISEGNO DI IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI, 443.
- DISEGNO DI MACCHINE I, 227.
- DISEGNO EDILE, 61.
- DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE, 91, 212, 245.
- DISPOSITIVI ELETTRONICI, 314, 315.
- ECONOMIA ED ESTIMO CIVILE, 62.
- ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE, 177.
- ECONOMIA POLITICA, 391.
- ELEMENTI DI ARCHITETTURA TECNICA, 63.
- ELEMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA, 124, 152, 392, 444.
- ELETTRONICA APPLICATA, 211, 284, 316, 393.
- ELETTRONICA APPLICATA I, 359.
- ELETTROTECNICA, 92, 153, 178, 246, 247, 317, 318, 360, 361, 394.
- ELETTROTECNICA II, 179, 445, 466.
- ENERGETICA, 395.
- FISICA I, 31, 64, 93, 125, 126, 154, 180, 181, 214, 248, 285, 286, 319, 320, 362, 363, 396, 397, 448, 449.
- FISICA II, 32, 65, 94, 127, 155, 182, 215, 249, 287, 321, 364, 398, 450.
- FISICA DEI REATTORI A FISSIONE, 250, 251.
- FISICA DEI REATTORI A FUSIONE, 250, 251.
- FISICA DELL'ATMOSFERA, 447.
- FISICA DELLO STATO SOLIDO, 156.
- FISICA NUCLEARE, 252.

- FISICA TECNICA, 33, 66, 95, 183, 216, 217, 451, 452.
 FONDAMENTI DI CHIMICA INDUSTRIALE, 454.
 FONDAMENTI DI INFORMATICA, 34, 67, 96, 128, 157, 184, 218, 253, 288, 322, 399, 453.
 FONDAMENTI DI INFORMATICA I, 365.
 FONDAMENTI DI INFORMATICA II, 366.
 GEOFISICA APPLICATA, 455.
 GEOFISICA APPLICATA RILEVAMENTO GEOLOGICO/TECNICO, 456.
 GEOLOGIA APPLICATA, 35, 457, 458.
 GEOMETRIA, 36, 68, 97, 129, 158, 185, 219, 254, 289, 323, 367, 459.
 GEOMETRIA E ALGEBRA, 400.
 GEOTECNICA, 37.
 IDRAULICA, 38, 460, 461.
 INFORMATICA INDUSTRIALE, 401.
 INGEGNERIA DEGLI SCAVI, 462.
 ISTITUZIONI DI DIRITTO PUBBLICO E PRIVATO, 402, 403.
 ISTITUZIONI DI ECONOMIA, 39.
 LITOLOGIA E GEOLOGIA, 463, 464.
 MACCHINE, 465.
 MATEMATICA APPLICATA, 98.
 MECCANICA ANALITICA, 187, 255.
 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE, 99, 186, 220, 256, 324, 368.
 MECCANICA DEI FLUIDI, 221.
 MECCANICA RAZIONALE, 40, 69, 100, 222.
 METALLURGIA, 130.
 METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA, 257.
 METODI PROBABILISTICI, STATISTICI E PROCESSI STOCASTICI, 404, 405.
 MINERALOGIA E PETROGRAFIA CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DELLE MATERIE PRIME, 466.
 MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE, 369.
 PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA I, 131.
 RETI LOGICHE, 370.
 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI, 41, 42, 70, 71, 101, 132, 190, 223, 224, 258, 406, 467.
 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI AERONAUTICI, 102.
 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI ELETTRICI, 188, 189.
 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI NUCLEARI, 259.
 SISTEMI DI ELABORAZIONE, 407, 408.
 SISTEMI ENERGETICI, 371.
 SISTEMI INFORMATIVI I, 290, 325.
 SISTEMI INTEGRATI DI PRODUZIONE, 409.
 STORIA DELL'ARCHITETTURA E DELL'URBANISTICA, 72.
 STRUTTURE AERONAUTICHE, 103.
 TECNICA DELLE COSTRUZIONI I, 43, 73.
 TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA, 44, 74, 133, 225, 468.
 TECNOLOGIA DEI MATERIALI METALLICI, 226.
 TECNOLOGIA MECCANICA, 227.
 TEORIA DEI CIRCUITI, 291, 292.
 TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI, 326, 327.
 TEORIA DEI SEGNALI, 293, 328, 329.
 TEORIA DEI SISTEMI, 330, 372, 373, 410.
 TERMODINAMICA APPLICATA, 260, 261, 331, 374.
 TERMODINAMICA DELL'INGEGNERIA CHIMICA, 134.
 TOPOGRAFIA, 45, 46, 469, 470, 471, 472.