

UNIVERSITÀ DI PISA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in
INGEGNERIA CIVILE, DELL'AMBIENTE E
DEL TERRITORIO

programmi degli insegnamenti

ANNO ACCADEMICO 2006/2007

INDICE

1. PROFILO PROFESSIONALE

- Principali sbocchi professionali

2. L'OFFERTA DIDATTICA

- Organizzazione del corso
- Attività formative
- I crediti
- Il manifesto
- Il Presidente del Corso di Laurea
- Il Coordinatore didattico

3. I PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI (laurea triennale)

- Analisi Matematica I
- Geometria e Algebra I
- Disegno
- Fisica Generale
- Chimica applicata all'ambiente e tecnologia dei materiali
- Laboratorio CAD
- Topografia
- Analisi matematica II
- Elettrotecnica
- Architettura tecnica I
- Architettura tecnica II
- Meccanica razionale
- Modulo: Elementi di Economia Estimo
- Modulo: Legislazione
- Geometria e algebra II
- Analisi matematica III
- Statica e Scienza delle costruzioni
- Idraulica ambientale
- Ingegneria del territorio
- Fondamenti di infrastrutture viarie territoriali
- Geotecnica
- Scienza delle costruzioni
- Fisica tecnica ambientale
- Idraulica
- Tecnica del traffico
- Costruzioni idrauliche
- Tecnica delle costruzioni
- Organizzazione e Sicurezza dei cantieri

- ALCUNI PROGRAMMI DEL VECCHIO ORDINAMENTO
- Costruzioni Idrauliche (Prof. Valerio Milano)
- Fondamenti di infrastrutture viarie (Prof. Massimo Losa)
- Tecnica delle costruzioni (Prof. Mauro Sassu)
- Idrologia (Prof. Carlo Viti)
- Geofisica applicata (Prof. Mario Marchisio)
- Tecnica urbanistica (Prof.ssa Silvana M.Teresa Lombardo)
- Teoria delle strutture (Prof. Francesco Cafarella)
- Economia ed estimo civile (Dott. Massimo Rovai)
- Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche (Avv. Raffaello Cecchetti)
- Idraulica marittima (Prof. Valerio Milano)
- Idrodinamica (Prof. Enzo Buffoni)
- Ingegneria sanitaria ambientale (Prof. Renato Iannelli)
- Protezione idraulica del territorio (Prof. Stefano Pagliara)
- Sperimentazione, collaudo e controllo delle costruzioni (Prof. Natale Gucci)
- Teoria e progetto dei ponti (Prof. Raffaello Bartelletti)
- Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti (Prof. Fausto Lancieri)
- Progetto di strade, ferrovie e aeroporti (Prof. Mario Tempestini)
- Tecnica ed economia dei trasporti (Prof. Marino Lupi)
- Teoria e tecnica della circolazione (Prof. Antonio Pratelli)

1. PROFILO PROFESSIONALE

Il profilo culturale e professionale del laureato in Ingegneria Civile, dell'Ambiente e del Territorio è quello di un tecnico in possesso di adeguate conoscenze di matematica di base, di fisica generale e applicata, dei materiali impiegati nelle costruzioni civili, di rappresentazione grafica e di rilevamento e di una buona preparazione di base nelle più importanti discipline caratterizzanti il settore delle costruzioni civili e degli interventi territoriali, con particolare attenzione alle problematiche ambientali, che gli permettono di pianificare gli interventi sul territorio, di gestire impianti civili e di progettare opere civili semplici. Sono inoltre trasmesse conoscenze di base nel campo della costruzione e della gestione dei sistemi di trasporto, stradali e ferroviari in particolare, mirate a formare quadri intermedi di Enti e Società di trasporto di persone e merci.

La frequenza nel corso degli studi dei laboratori di costruzioni stradali, di strutture e di idraulica permette di venire a contatto con numerose prove standard e procedure normative tipiche del settore delle costruzioni civili.

PRINCIPALI SBocchi PROFESSIONALI

I principali sbocchi occupazionali del laureato in Ingegneria Civile, dell'Ambiente e del Territorio sono:

- Dipendente di imprese di costruzione, in cui può assumere le funzioni di direttore di cantiere; ovvero negli organici di aziende, di enti pubblici e privati (Comuni, Consorzi di Bonifica, ecc.) può svolgere attività di pianificazione, gestione e controllo di sistemi territoriali e di opere e impianti civili.
- Coordinatore per la sicurezza delle costruzioni, sia in fase di progetto che in qualità di direttore dei lavori.
- Può occupare ruoli di funzionario di Enti e Società di gestione di reti ferroviarie e stradali (FFSS, ANAS, Province, Regioni, ecc.) di organizzazioni logistiche per il trasporto delle merci, oppure di aziende di trasporto pubblico.
- Libero professionista come membro di studi professionali associati; può operare in prima persona nella progettazione di opere civili semplici; può partecipare, in forma associata, alla progettazione di opere più complesse; può effettuare perizie, collaudi e direzione dei lavori di opere civili di non rilevante importanza.

2. L'OFFERTA DIDATTICA

ORGANIZZAZIONE DEL CORSO

La nuova organizzazione didattica, introdotta dalla riforma degli studi universitari, prevede un' articolazione del corso su due livelli: una Laurea triennale, finalizzata ad assicurare allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali, nonché l'acquisizione di specifiche conoscenze professionali e una Laurea Specialistica (biennale) che ha l'obiettivo di fornire allo studente una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione.

Il Corso di laurea triennale in Ingegneria Civile, dell'Ambiente e del Territorio prevede, inoltre, due curriculum: il curriculum Generale fornisce al laureato una preparazione di base più solida, con notevoli conoscenze nelle discipline matematiche, così da mettere gli allievi in grado di affrontare i problemi dell'ingegneria sotto un aspetto più generale. Il curriculum è consigliato a chi intende proseguire gli studi per conseguire la Laurea Specialistica; il curriculum Applicativo offre al laureato una preparazione più specifica nel settore dell'ingegneria civile, dell'ambiente e del territorio, al fine di un più rapido inserimento nel mondo del lavoro ed è quindi consigliato a coloro che non intendono proseguire gli studi.

Alla conclusione del primo triennio, lo studente consegue la Laurea in Ingegneria Civile, dell'Ambiente e del Territorio, titolo universitario di 1° livello direttamente spendibile nel mondo del lavoro.

ATTIVITA' FORMATIVE

Insegnamenti di base:

Comuni: Analisi matematica (I e II), Geometria e algebra I, Fisica generale, Chimica applicata all'ambiente e tecnologia dei materiali;

Curriculum Generale: Analisi matematica III, Geometria e algebra II, Meccanica razionale.

Insegnamenti professionali caratterizzanti:

Comuni: Disegno, Elementi di economia, estimo e legislazione, Topografia, Elettrotecnica, Architettura tecnica I, Fondamenti di infrastrutture viarie e territoriali, Geotecnica;

Curriculum Generale: Architettura tecnica II, Scienza delle costruzioni, Idraulica, Fisica tecnica ambientale;

Curriculum Applicativo: Idraulica ambientale, Statica e scienza delle costruzioni, Ingegneria del territorio, Costruzioni idrauliche, Tecnica delle costruzioni, Tecnica del traffico.

Altre attività formative: Prova di conoscenza della lingua inglese, Tirocini e abilità informatiche, Attività a scelta dello studente, Prova finale.

I CREDITI

Il carico di lavoro dello studente viene pesato attraverso i *crediti*. Il credito formativo (CFU) è la misura del volume di lavoro di apprendimento, richiesto ad uno studente in possesso di adeguata preparazione iniziale, per l'acquisizione di conoscenze ed abilità nelle attività formative previste dall'ordinamento didattico del Corso di Laurea. Ad ogni credito corrispondono 25 ore di lavoro complessivo per lo studente, che comprende sia le lezioni e le esercitazioni in aula e in laboratorio (attività frontali), sia lo studio individuale, sia altri tipi di attività formative quali ad esempio il tirocinio. La quantità media di lavoro di apprendimento svolto in un anno da uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari è convenzionalmente fissata in 60 crediti. Ogni attività formativa ha associato un certo numero di crediti, che vengono acquisiti con il superamento di un esame o con altra forma di verifica del profitto, e che non sostituiscono il voto.

Secondo la regola generale stabilita dalla Facoltà, i crediti assegnati alle attività frontali hanno la seguente corrispondenza: per lezioni o esercitazioni svolte in aula, un credito comporta 8,3 ore in aula e 16,6 ore di studio individuale, e per le esercitazioni sperimentali svolte in laboratorio un credito comporta 12,5 ore in laboratorio e 12,5 ore di studio individuale.

IL MANIFESTO

PRIMO ANNO DI CORSO

Analisi matematica I (12 CFU - 1° e 2° per.) [MAT/05]

Geometria e algebra I (6 CFU - 1° per.) [MAT/03]

Disegno (6 CFU - 1° per.) [ICAR/17]

Fisica generale (12 CFU - 1° e 2° per.) [FIS/01]

Chimica applicata all'ambiente e tecnologia dei materiali (12 CFU - 1° e 2° per.) [CHIM/07, ING-IND/22]

Topografia (6 CFU - 2° per.) [ICAR/06]

Laboratorio CAD (3 CFU - 2° per.)

Prova di conoscenza della lingua inglese (3 CFU)

SECONDO ANNO DI CORSO

Analisi matematica II (6 CFU - 1° per.) [MAT/05]

Elettrotecnica (6 CFU - 2° per.) [ING-IND/31]

Architettura tecnica I (9 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/10]

A scelta dello studente (9 CFU)

Curriculum Generale

Meccanica razionale (6 CFU - 2° per.) [MAT/07]

Geometria e algebra II (6 CFU - 2° per.) [MAT/03]
 Analisi matematica III (6 CFU - 2° per.) [MAT/05]
 Architettura tecnica II* (3 CFU - 2° per.)* [ICAR/10]
 Elementi di Economia Estimo e Legislazione (9 CFU - 1° e 2° per.) [ING-IND/35, IUS/10]

Curriculum Applicativo

Statica e scienza delle costruzioni (12 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/08]
 Idraulica ambientale (6 CFU - 2° per.) [ICAR/01]
 Ingegneria del territorio (6 CFU - 1° per.) [ICAR/20]
 Tecnica del traffico (6 CFU - 1° per.) [ICAR/05]

TERZO ANNO DI CORSO

Fondamenti di infrastrutture viarie territoriali (9 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/04]
 Geotecnica (9 CFU - 2° per.) [ICAR/07]
 Tirocinio o altra attività applicativa (6 CFU)
 Prova finale (6 CFU)

Curriculum Generale

Scienza delle costruzioni (12 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/08]
 Fisica tecnica ambientale (6 CFU - 1° per.) [ING-IND/11]
 Idraulica (12 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/01]

Curriculum Applicativo

Costruzioni idrauliche (9 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/02]
 Tecnica delle costruzioni (12 CFU - 1° e 2° per.) [ICAR/09]
 Elementi di Economia Estimo e Legislazione (9 CFU - 1° e 2° per.) [ING-IND/35, IUS/10]

Organizzazione e sicurezza dei cantieri (6 CFU - 1° per.) [ICAR/04]**

* Costituisce un insegnamento integrato con Architettura tecnica I (12 CFU).

** Materia a scelta dello studente. La frequenza del corso, opportunamente integrata con attività applicative, può essere ritenuta valida per l'attività di tirocinio (6 CFU), prevista al 3° anno di corso.

Precedenze tra esami (obbligatorie)

<i>(Esami)</i>	<i>(Esami propedeutici)</i>
Analisi matematica II	Analisi matematica I
Elettrotecnica	Analisi matematica I e Fisica generale
Fondamenti di infrastrutture viarie territoriali	Analisi matematica I, Fisica generale, Chimica applicata all'ambiente e tecnologia dei materiali
Geotecnica	Analisi matematica II e Fisica generale
Meccanica razionale	Analisi matematica I
Geometria e algebra II	Geometria e algebra I
Analisi matematica III	Analisi matematica II
Scienza delle costruzioni	Analisi matematica II, Geometria e algebra II, Fisica generale e Meccanica razionale
Fisica tecnica ambientale	Fisica generale e Analisi matematica II
Idraulica	Analisi matematica II e Meccanica razionale
Statica e scienza delle costruzioni	Analisi matematica II, Geometria e algebra I e Fisica generale
Idraulica ambientale	Analisi matematica II e Fisica generale
Tecnica del traffico	Analisi matematica I e Fisica generale
Costruzioni idrauliche	Idraulica ambientale
Tecnica delle costruzioni	Statica e scienza delle costruzioni

IL PRESIDENTE DEL CORSO DI LAUREA

Presidente è il Prof. Valerio Milano, con ufficio presso la sede di *Idraulica* del Dipartimento di Ingegneria

Civile, Via F. Gabba 22, 56126 Pisa, Tel. 050-550376, Fax 050-830203; e-mail: v.milano@ing.unipi.it

ILCOORDINATORE DIDATTICO

Coordinatore Didattico del Corso è la Dott.ssa Alessandra Bacci, il cui ufficio è collocato presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, sede di Vie e Trasporti, Via Diotallevi 2, piano I. Tel 050-554421, Fax 050-553573, e-mail: alessandra.bacci@ing.unipi.it. Presso lo stesso ufficio sarà possibile richiedere nominativi e recapiti dei rappresentanti degli studenti.

3. I PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI (laurea triennale)

Analisi Matematica I (12 CFU)

Docente : Carlo Romano Grisanti

OBIETTIVI: Acquisire familiarità con i concetti di limite, continuità, derivata e integrale. Saper analizzare l'andamento delle funzioni di una variabile.

Programma di massima:

- Numeri reali e complessi: proprietà fondamentali.
- Successioni numeriche e relativi limiti. Intorni, punti di accumulazione e nozioni di base di topologia.
- Limiti di funzioni e continuità.
- Derivazione.
- Integrazione.
- Serie numeriche.

Testi di Riferimento:

- Acerbi E., Buttazzo G.: **Analisi matematica ABC. 1-Funzioni di una variabile, Pitagora Editrice, Bologna (2003)**
- Buttazzo G., Gambini G., Santi E.: **Esercizi di Analisi Matematica I, Pitagora Editrice, Bologna (1991).**

Modalità di svolgimento degli esami: Esame scritto e orale. L'esame scritto potrà essere integrato dallo svolgimento di eventuali prove in itinere (compitini).

GEOMETRIA E ALGEBRA I (6 CFU)

Docente: Marcello Paoli

Propedeuticità: nessuna.

Obiettivi: Formazione di una solida base di Algebra Lineare e Geometria Analitica mediante la sicura acquisizione e utilizzazione delle nozioni elementari.

Programma di massima:

- PRELIMINARI: vettori nel piano e nello spazio. sistemi di riferimento. Prodotto scalare. Spazi \mathbb{R}^n
- RISOLUZIONE DI SISTEMI DI EQUAZIONI LINEARI: operazioni con le matrici. Definizione di determinante e sue proprietà. Teoremi di Laplace. Caratteristica di una matrice. Matrici inverse e unitarie. Regola di Cramer. Teorema di Capelli. Sistemi lineari omogenei. Cenni sul metodo di Gauss.
- GEOMETRIA ANALITICA DEL PIANO E DELLO SPAZIO: rette nel piano e nello spazio. Piani. Parallelismo, perpendicolarità, distanze, angoli. Circonferenze. Ellissi, iperboli e parabole: proprietà elementari. Sfere, coni, cilindri e superfici di rotazione. Cenni sulle quadriche. Cenni sull'uso delle coordinate polari. Cambiamento del sistema di riferimento.
- SPAZI VETTORIALI: definizione di spazio vettoriale. Sottospazi. Basi. Cambiamento di base. Prodotto scalare e basi ortonormali. Applicazioni lineari. Matrici associate rispetto a due basi. Prodotto di applicazioni lineari. Operatori lineari. Definizione e calcolo degli autovalori e autovettori di un operatore lineare.

Testi di Riferimento:

- Martelli, Ripoli – “Elementi di Geometria e Algebra Lineare” – E.T.S. Pisa.

A cura del docente verranno forniti appunti su argomenti trattati in maniera diversa dal testo consigliato oppure assenti nel testo. Saranno disponibili anche appunti su esercizi particolarmente interessanti.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Una prova scritta della durata di tre ore.
- Una prova orale.
- Durante la prova scritta si possono consultare libri di testo; non si possono consultare appunti. La prova orale può essere sostenuta in un qualsiasi appello della sessione in cui è avvenuta la prova scritta. Gli studenti che nella prova scritta hanno totalizzato un punteggio inferiore a 12/30, sono consigliati di non presentarsi alla prova orale e ripetere lo scritto.

DISEGNO (6 CFU – I periodo)

Docente : Ing. Marco Nocera

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: il corso si ripropone di fornire agli studenti gli elementi di base della rappresentazione grafica, con particolare riguardo all'ambito dell'Ingegneria Civile, mediante lo studio dei metodi della Geometria Descrittiva e con riferimento alle normative ed alle convenzioni per il disegno tecnico.

Programma di massima:

- 1: Introduzione al corso: il disegno come linguaggio
- 2: Cenni di Geometria Proiettiva
- 3: Il metodo di Monge o della doppia proiezione ortogonale
- 4: Le assonometrie (ortogonali, oblique, cavaliere)
- 5: Le proiezioni quotate
- 6: Le coperture: i tetti e le volte
- 7: La teoria delle ombre
- 8: La rappresentazione del progetto architettonico

Testi di Riferimento:

C. Bonfigli – C.R. Braggio: Geometria descrittiva e prospettiva, ed. Hoepli (Milano)

M. Docci – D. Maestri: Scienza del disegno, ed. U.T.E.T. (Torino)

U. Saccardi: Applicazioni della geometria descrittiva, ed. L.E.F. (Firenze)

M. Nocera: Note sul ribaltamento dei piani nelle proiezioni ortogonali, ed. S.E.U. (Pisa)

M. Nocera: Lezioni di assonometria, ed. S.E.U. (Pisa)

R. Castiglia: Le ombre nel disegno, ed. S.E.U. (Pisa)

Modalità di svolgimento degli esami: l'esame comprende una prova grafica (della durata di 4 ore) ed un successivo colloquio orale sugli argomenti svolti a lezione ed approfonditi, con numerose applicazioni pratiche, durante le esercitazioni; per l'ammissione a detto colloquio, superata positivamente la prova grafica, è necessario che lo studente presenti una serie di elaborati svolti durante lo svolgimento del corso, per proprio conto o con l'aiuto del docente (durante le ore di esercitazione), ed eseguiti con i tradizionali strumenti da disegno.

Fisica Generale (12CFU)

Docente : da assegnare

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: Fornire una solida formazione sulle basi della fisica generale. Costruire buone competenze di meccanica. Consolidare la conoscenza dei principi di base dell'elettromagnetismo. Acquisire un metodo critico nell'affrontare i problemi.

Programma di massima:

- **CINEMATICA DEL PUNTO.** Studio del moto di un punto nello spazio. Traiettoria, velocità ed accelerazione. Studio di varie equazioni del moto. Cenni di equazioni differenziali. Determinazione del moto di punti materiali a partire dalla conoscenza dell'accelerazione. Moti circolari e moti vari. Moto armonico. Moto di caduta libera senza e con attrito del mezzo. Moti relativi e sistemi di riferimento accelerati. Accelerazioni apparenti nei sistemi di riferimento rotanti. Variazioni del peso con la latitudine. Effetti di Coriolis nella caduta dei gravi. Moto di satelliti e di pianeti.
- **DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE.** Cenni sulla struttura della materia. Le interazioni gravitazionali, elettromagnetiche e nucleari. I principi della dinamica. Forza, impulso, quantità di moto e momento delle forze rispetto ad un polo. Forza peso e forza gravitazionale. Forza elastica e reazioni vincolari. Attrito statico e dinamico. Il moto armonico. Studio del moto in campi di forza centrali. Il significato di campo conservativo e di energia potenziale. Le leggi di conservazione della quantità di moto, dell'energia meccanica e del momento angolare. Lavoro e potenza. Teorema delle forze vive. Cenni sui sistemi a massa variabile. Le forze apparenti. Sistemi di punti materiali. Forze interne ed esterne al sistema. Moto del centro di massa e moto intorno al centro di massa. Teorema di Koenig. Momento delle forze esterne e momento angolare rispetto al centro di massa ed a poli esterni fissi ed in movimento. Equazioni cardinali della dinamica del punto materiale. Sistemi a due corpi e massa ridotta. Corpi rigidi, dinamica rotazionale, momenti di inerzia. Teorema di Huyghens-Steiner. Equazioni cardinali della dinamica dei corpi rigidi. Pendoli composti. Condizioni di equilibrio e principi della statica. Urti elastici ed anelastici di corpi liberi e di corpi vincolati. Urti centrali e non centrali. Cessioni di impulso a corpi vincolati e calcolo delle reazioni vincolari. Moto di rotolamento-strisciamento e rotolamento puro
- **ELETTROMAGNETISMO:** Carica elettrica, forza di Coulomb e forza di Lorentz. Campo elettrico e campo magnetico. Potenziale ed energia potenziale. Elettrostatica nel vuoto. Dielettrici e conduttori. Elettrostatica in presenza di dielettrici e di conduttori. Teorema di Gauss. Calcolo del campo elettrico in diverse configurazioni di simmetria. Capacità e condensatori. Condensatori in serie ed in parallelo. Corrente elettrica e differenza di potenziale. Resistori e generatori. Resistori in serie ed in parallelo. Circuiti elettrici. Leggi di Ohm e leggi di Kirchoff. Calcolo di circuiti elementari. Carica e scarica di un condensatore. Campo magnetico. Teorema di Ampere. Calcolo di campi magnetici in condizioni di simmetria. Proprietà magnetiche della materia. Calcolo di campi magnetici in presenza di materiali ferromagnetici in configurazioni semplificate. Moto di cariche in presenza di campi elettrici e magnetici. Induzione elettromagnetica. Leggi di Faraday e di Lenz. Fenomeni di autoinduzione ed induttanze. Calcolo di correnti in circuiti comprendenti induttanze.

Testi di Riferimento (uno qualunque dei seguenti volumi).

- R. Serway **Principi di Fisica** (Volume unico) EdiSES
- D.Halliday, R.Resnick **Fondamenti di Fisica** (Volume unico) Casa Editrice Ambrosiana
- S.Rosati, **Fisica Generale**, Vol. I, II Casa Editrice Ambrosiana, Milano

- R. Serway **Fisica per le Scienze e Ingegneria** Vol I, II EdiSES.

Libri di Esercizi. (uno qualunque dei seguenti volumi).

- S. Rosati, R. Casali **Problemi di Fisica I. Meccanica e Termodinamica.** Casa Editrice Ambrosiana.
- Mazzoldi, Saggion, **Voci Problemi di Fisica Generale: Meccanica e Termodinamica** Ed. Libreria Cortina.

Modalità di svolgimento degli esami:

Prova scritta articolata su due esercizi (il primo di meccanica ed il secondo di elettromagnetismo) e colloquio orale.

L'accesso al colloquio orale è consentito solo a chi ha superato positivamente la prova scritta. La prova scritta finale può essere sostituita da risultati complessivamente positivi ottenuti su compiti scritti svolti durante l'anno.

CHIMICA APPLICATA ALL'AMBIENTE E TECNOLOGIA DEI MATERIALI (12 CFU)

Docente : Giovanni Levita

Propedeuticità: Nessuna

Obiettivi: Fornire le nozioni fondamentali sulla natura e proprietà dei materiali da costruzione e sui principali fattori che ne condizionano il comportamento al fine di acquisire capacità di scelta e, nel caso dei materiali leganti, di procedere alla loro corretta formulazione. Si acquisiranno inoltre le nozioni essenziali sulla durabilità dei materiali, in relazione alle condizioni ambientali, sui metodi di protezione e di ripristino e sui rischi connessi con il loro impiego.

RICHIAMI DI CHIMICA GENERALE: (Pesi atomici. Significato quantitativo delle formule e delle reazioni chimiche. Ossidi, acidi, basi, sali. La costante di equilibrio. Il numero di ossidazione e le reazioni di ossido-riduzione. Lo stato gassoso. Miscele di gas. Pressioni parziali. Legge dei gas perfetti. L'aria. Le soluzioni liquide e loro proprietà).

PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE generali dei materiali da costruzione (densità, masse volumiche, porosità, bagnabilità, fenomeni capillari, proprietà termiche ed elettriche).

IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE: (Sforzi e deformazioni, moduli elastici, tenacità. La durezza. La resilienza. La viscosità. Lo scorrimento viscoso).

LO STATO SOLIDO: (Lo stato metallico. Strutture ordinate. Strutture ordinate, Reticoli cristallini. Metodi di studio. Difetti cristallini. La deformazione plastica. L'incrudimento. Strutture disordinate).

LA FORMAZIONE DEI SOLIDI: (Meccanismi della solidificazione. Le soluzioni solide. Sistemi a due componenti con miscibilità nulla, parziale e totale allo stato solido. Significati qualitativi e quantitativi dei diagrammi di stato. Composti intermetallici).

I MATERIALI FERROSI: Microstruttura e proprietà degli acciai. Trattamenti termici e strutture di non equilibrio. Gli acciai semplici al carbonio e speciali. Acciai da costruzione. Acciai inossidabili. Le ghise).

I MATERIALI NON FERROSI: Alluminio e sue leghe. Rame e sue leghe.

CORROSIONE E PROTEZIONE: Potenziali elettrochimici. Fenomeni di polarizzazione diagrammi di Evans. Celle galvaniche. Corrosione per differenza di concentrazione. Aerazione differenziale. Parametri ambientali e materiali che influenzano l'attacco. Corrosione nel suolo. Metodi di protezione.

MATERIALI CERAMICI E VETROSI: Produzione e proprietà dei vetri. Prodotti ceramici tradizionali e speciali.

I LEGANTI: (Leganti aerei e idraulici. I cementi portland ordinario, di miscela e speciali. Processi di indurimento. Microstruttura e proprietà. Quantità di acqua e porosità. Meccanismi di degrado e stabilità alle acque. Le classi di esposizione. Le proprietà degli impasti freschi. Gli additivi).

L'ACQUA: Struttura e proprietà. Sostanze disciolte. Durezza.

SICUREZZA: Criteri e procedure di sicurezza connessi con l'uso dei materiali, additivi e sostanze potenzialmente nocive.

Testi di riferimento

B. Marchese, Tecnologia dei materiali e Chimica Applicata, Liguori Editore, Napoli.

Dispense fornite dal docente.

Per le nozioni di chimica vale quanto riportato in qualunque testo di chimica generale.

Modalità di svolgimento dell'esame: prova scritta e orale.

LABORATORIO CAD (3 CFU)

Docente : Giampaolo Munafò

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: L'insegnamento affronta le modalità di utilizzo dei programmi di progettazione assistita al fine di capirne l'utilizzo per le attività tipiche dell'ingegnere. Si propone di far comprendere agli studenti le possibilità di uso di uno strumento ormai indispensabile, senza però che esso vincoli o condizioni la libertà progettuale dello studente. Il tutto con esemplificazioni e attività pratiche svolte direttamente all'elaboratore che permettano allo studente di prendere la necessaria confidenza con uno strumento che potrà poi approfondire sia nel suo curriculum di studio che successivamente durante la sua professione.

Programma di massima:

- Il computer nella grafica e nel disegno tecnico. La grafica "raster e vettoriale". La struttura del software di progettazione assistita.
- Le periferiche di ingresso ed uscita: gli scanner, le tavolette grafiche, le stampanti, i plotter.
- La progettazione CAD 2D e la progettazione 3D: i solidi, le tecniche di modellazione, le viste dell'oggetto. Considerazioni conclusive sui file grafici e le loro forme. La visualizzazione dei risultati.
- Come organizzare un disegno partendo dal nuovo. La progettazione del file di lavoro in relazione alla finalità del disegno.
- Il programma Autocad. Il foglio di lavoro, le primitive elementari, i lucidi, il sistema di coordinate assolute e relative. La progettazione CAD 2D; le basi del software, le primitive, i livelli, le unità di misura, le funzioni base. Le utilità di esecuzione dei disegni; lo snap, la griglia, la funzione orto. I retini e i tratteggi nel disegno CAD. I comandi di modifica (Edit) del disegno; cancella, copia, specchia, muovi, ruota, serie, ecc.
- Altri comandi di modifica: allunga, stira, taglia, estendi, spezza, raccorda, ecc. La creazione e la gestione dei testi, la quotatura dei disegni. Il menu di plottaggio e di stampa.
- La progettazione 3D: Le primitive 3D, i solidi, le tecniche di modellazione, le viste dell'oggetto.
- Introduzione ai rudimenti di modellazione 3D. La modellazione solida e a filo di ferro. L'utilizzo di superfici come oggetti nello spazio. La creazione di solidi. Le utilità base del disegno nello spazio. La modellazione 3D.
- Tecniche di creazione dei solidi: estrusione e rotazione. Le operazioni Booleane. La visualizzazione degli oggetti solidi. Le tecniche di visualizzazione: facce nascoste, ombreggiature e rendering. I risultati finali e il loro utilizzo.

Esercitazioni dell'anno

Ai fini dell'accesso finale all'esame è previsto l'esecuzione di alcune elaborazioni da presentare all'esame consistenti in un disegno di una abitazione unifamiliare (o tema analogo) a scelta dello studente da sviluppare almeno in 2D, e l'elaborazione di due disegni tridimensionali di cui uno a scala urbana e uno di un piccolo elemento di tipologia varia (un monitor, una lampada, un giunto, ecc.). Il lavoro sarà seguito dal docente e vistato per l'accesso all'esame. Gli studenti potranno produrre in sede di esame anche le tavole sviluppate durante le lezioni in classe.

Testi di Riferimento:

- A. Yarwood, **Autocad 14 Guida Pratica**, Tecniche Nuove, Milano 1998
- R. Grabowski, **Autocad 2000 Guida completa**, Apogeo, Milano 1999
- J. Wilson A.J. Kalameja, **Autocad 2002 Modellazione 3D**, Apogeo, Milano 2002
- Materiale vario fornito dal docente

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale con presentazione e discussione sui contenuti e sulle modalità di svolgimento dei progetti dell'anno. Potranno essere richiesti alcuni semplici esempi di impostazione del disegno ed alcune esemplificazioni.

TOPOGRAFIA (6 CFU)

Docente : Ing. Andrea Piemonte

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: La topografia si occupa del rilievo, cioè della descrizione geometrica, accompagnata dalla valutazione della precisione, di oggetti. Il corso fornisce le conoscenze di base teoriche e pratiche relative a GEODESIA (misurazione della terra), CARTOGRAFIA (rappresentazione della superficie terrestre), TOPOGRAFIA (rilievo del territorio) con metodi e strumentazioni sia ottico-meccaniche classiche che optoelettroniche e satellitari.

Programma di massima:

- **GEODESIA:** Introduzione al posizionamento: sistemi di riferimento cartesiani nel piano e nello spazio; coordinate rettangolari e polari; campo gravitazionale terrestre; geoidi, sferoidi ed ellissoidi; sezioni normali e linee geodetiche; quote ortometriche ed ellissoidiche; campo geodetico e campo topografico; trasformazione tra sistemi di riferimento; reti geodetiche di inquadramento; orientamento dell'ellissoide.
- **CARTOGRAFIA:** Proiezioni cartografiche; moduli di deformazione lineare, superficiale e angolare; rappresentazioni equivalenti, conformi ed afilattiche; carta di Gauss; cartografia italiana; coordinate UTM e Gauss-Boaga; proiezione di Cassini-Soldner e carta del Catasto; prodotti IGM; carte tecniche regionali; cartografia numerica; trasformazione di coordinate.
- **TRATTAMENTO DELLE MISURE:** Variabili casuali; distribuzioni di probabilità; precisione e accuratezza; varianza covarianza e correlazione; propagazione della covarianza; intervalli di confidenza ed ellisse d'errore; compensazione delle misure; stime di media e varianza; criterio dei minimi quadrati.
- **STRUMENTI E METODI DEL RILIEVO TOPOGRAFICO:** Misura di angoli azimutali e zenitali: teodolite; misura di distanze: distanziometro ad onde; misura di dislivelli: livello; intersezioni, triangolazione, trilaterazione, poligonali; livellazione trigonometrica e geometrica; posizionamento e navigazione tramite sistemi satellitari; WGS84; DGPS; reti GPS.
- **METODI TOPOGRAFICI PER L'INGEGNERIA CIVILE:** La cartografia per la progettazione; tracciamento di strade e gallerie; collaudo di viadotti; controllo di edifici, dighe, frane.

Testi consigliati:

- Comoglio G., - **Topografia** - CELID 2000 - Politecnico di Torino.
- F. Migliaccio; **Cartografia Tematica e Automatica**, Libreria CLUP, Milano, 2001.

A lezione verranno distribuite dispense ad altro materiale didattico.

Testi consultabili:

- L. Solaini, G. Inghilleri, **Topografia**, Levrotto e Bella.
- G. Inghilleri: **Topografia generale**, Utet, Torino, 1974.
- Folloni G., **Principi di Topografia**, Patron, Bologna 1978.

Modalità di svolgimento degli esami:

Sono previsti due test in itinere.

La verifica consiste in una prova scritta più una prova orale.

L'iscrizione all'esame avviene tramite lista, separatamente per scritto e orale, presso il Dip. di Ingegneria Civile, sede di Topografia e Fotogrammetria.

Analisi Matematica II (6 CFU)

Docente : Massimo Gobbino

Propedeuticità: Analisi Matematica I

Obiettivi: Il corso ha lo scopo di introdurre lo studente alle equazioni differenziali ordinarie e all'utilizzo delle principali tecniche del calcolo differenziale e del calcolo integrale per funzioni di più variabili.

Programma di massima: RICHIAMI DI ANALISI MATEMATICA I. Integrali in una variabile. Tecniche di integrazione: Integrali impropri. Serie numeriche. PRELIMINARI. Spazio euclideo n dimensionale. Vettori. Norma e prodotto scalare. EQUAZIONI DIFFERENZIALI. Notazioni. Problema di Cauchy. Equazioni del primo ordine a variabili separabili. Equazioni lineari del primo ordine. Equazioni lineari di ordine qualunque a coefficienti costanti, omogenee e non omogenee. Sistemi di equazioni differenziali. Esempi di studio qualitativo della soluzione. CALCOLO DIFFERENZIALE IN PIÙ VARIABILI. Nozione di limite per funzioni di più variabili. Derivate parziali, differenziale, gradiente e loro interpretazione geometrica. Piano tangente. Derivate successive e teorema di inversione dell'ordine di derivazione. Punti stazionari. Matrice Hessiana e comportamento locale intorno ad un punto stazionario. Formula di Taylor in più variabili. Massimi e minimi liberi e vincolati. Moltiplicatori di Lagrange. CALCOLO INTEGRALE IN PIÙ VARIABILI. Integrali doppi: riduzione al calcolo di due integrali semplici mediante sezioni. Integrali tripli: formule di riduzione per sezioni e per colonne. Coordinate polari, cilindriche, sferiche e loro utilizzo per il calcolo di integrali. Calcolo di aree, volumi, baricentri mediante integrali multipli. Teorema di Guldino per solidi di rotazione. **Testi di Riferimento:** P. Fattori, **Appunti di Analisi Matematica II & III**; Tipografia Editrice Pisana. M. Bramanti, C. D. Pagani, S. Salsa; **Matematica - Calcolo infinitesimale e algebra lineare**; Zanichelli. M. Ghisi, M. Gobbino; **Schede di Analisi Matematica**; SEU. M. Ghisi, M. Gobbino; **Esercizi di Analisi Matematica**; SEU. M. Ghisi, M. Gobbino; **Prove d'esame di Analisi Matematica**; SEU. **Modalità di svolgimento dell'esame:** Test + Prova scritta + Prova orale. Maggiori dettagli saranno forniti all'inizio del corso e resi disponibili in internet.

Elettrotecnica (6 CFU)
Docente : Bernardo Tellini

Propedeuticità: Analisi matematica I, Fisica generale.

Obiettivi: fornire allo studente conoscenze utili a comprendere e risolvere circuiti elettrici relativi a applicazioni semplici dell'elettrotecnica, a capire i principi di funzionamento e applicazioni delle principali macchine elettriche, a conoscere i fondamenti di sicurezza degli impianti elettrici in bassa tensione e l'uso delle principali protezioni.

Programma:

Richiami di grandezze elettriche e leggi fondamentali e per la soluzione di reti elettriche semplici

Teoremi delle reti (Thevenin, Millmann)

Partitore di corrente, di tensione, trasformazioni stella triangolo

Circuiti in regime sinusoidale e potenza elettrica (Boucherot)

Circuiti trifase simmetrici equilibrati e squilibrati (Aron)

Introduzione ai principi di funzionamento delle macchine elettriche

Trasformatore monofase

Alternatore e gruppi elettrogeni

Motore a induzione

Classificazione degli impianti elettrici (TT, TN, IT)

Contatti diretti e indiretti (masse estranee)

Dispensori di terra

Protezioni di cavi elettrici

Testi di Riferimento:

Appunti dalle lezioni (presso la portineria del Dipartimento di Sistemi Elettrici e Automazione)

Testi classici di Elettrotecnica (a scelta dello studente)

L. Olivieri, E. Ravelli, *“Principi e Applicazioni di Elettrotecnica”* vol. 1 e 2

V. Carrescia *“Fondamenti di Sicurezza Elettrica”*

Modalità di svolgimento degli esami:

Orale

ARCHITETTURA TECNICA I° (9 CFU)

Docente : Giorgio Croatto

Obiettivi: Il corso fornisce le conoscenze di base proprie dell'architettura tecnica, gli strumenti metodologici e le conoscenze tecniche necessarie per poter sviluppare l'analisi e la progettazione tecnologica di un organismo edilizio. Nonché metodologie di intervento su organismi edilizi esistenti proprie dell'ambito disciplinare del recupero edilizio.

Programma di massima:

- 1° TEMATICA SVOLTA

Lezione: Definizione del concetto di tipo edilizio, di tipo architettonico, di tipologia e di analisi tipologica

Esercitazione: Applicazione della analisi tipologica per lo studio evolutivo di un fabbricato esistente

- 2° TEMATICA SVOLTA:

Lezione: Definizione del sistema edilizio, dei sottosistemi costruttivi, dei componenti e dei subcomponenti.

Esercitazione: Analisi e lettura di un edificio esistente. Analisi storica. Analisi funzionale

- 3° TEMATICA SVOLTA:

Lezione: Il sottosistema Strutture Portanti. Il sottosistema chiusure verticali. Tipologie e materiali costruttivi. Tecnologie costruttive. Requisiti, prestazioni. Esempi realizzati

Esercitazione: Analisi strutturale. Analisi tecnologica. Rilievo delle preesistenze

- 4° TEMATICA SVOLTA:

Lezione: Il sottosistema chiusure orizzontali. Il sottosistema partizioni interne. Materiali e tecnologie costruttive. Requisiti, prestazioni. Esempi realizzati.

Esercitazione: Progetto di un organismo edilizio.

- 5° TEMATICA SVOLTA:

Lezione: Il sottosistema partizioni interne. Il sottosistema dei blocchi funzionali. Il sottosistema degli elementi di comunicazione verticale. Materiali e tecnologie costruttive. Requisiti, prestazioni. Problematiche di coibentazione ed impermeabilizzazione dei fabbricati. Esempi realizzati.

Esercitazione: Elaborati di progetto. Particolari costruttivi

Testi di Riferimento:

Luigi Caleca, **Architettura Tecnica**, Dario Flaccovio editore, Palermo 1998.

Edward Allen, **I fondamenti del costruire**, McGraw-Hill, Milano 1997.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova scritta + Prova orale (Iscrizione all'esame tramite lista, presso il Dipartimento di Ingegneria Civile Sez. Architettura e Urbanistica)

ARCHITETTURA TECNICA II (3 CFU)

Docente: Giorgio Croatto

Obiettivi: Il corso fornisce una conoscenza di carattere operativo-progettuale dell'architettura tecnica, mirata soprattutto all'analisi delle tematiche di cantiere.

Programma di massima:

- 1° TEMATICA SVOLTA:

L'organizzazione del cantiere.

- 2° TEMATICA SVOLTA:

La sequenza delle fasi operative in cantiere per la realizzazione di un manufatto edilizio e relative problematiche.

L'esercitazione consisterà, in un'analisi del processo costruttivo per il fabbricato progettato durante il corso di Architettura Tecnica 1.

Testi di Riferimento:

- Saranno indicati durante le lezioni

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale
- Iscrizione all'esame tramite lista, presso il Dipartimento di Ingegneria Civile Sez. Architettura e Urbanistica

MECCANICA RAZIONALE (6 CFU)

Docente: Trimarco Carmine

Propedeuticità: Analisi matematica I

Obiettivi: sviluppare la capacità di impostazione di problemi della meccanica, mediante modelli schematici.

Programma di massima:

Con riferimento al testo: T. MANACORDA, **Appunti di Meccanica Razionale**, Ed. G. Pellegrini, 1996.

- Cap. I : tutto.
- Cap. II : tutto.
- Cap. III : escluso paragrafi n. 9 e n.10
- Cap. IV : tutto.
- Cap. V : tutto.
- Cap. VI : tutto.
- Cap. VII : escluso paragrafi n. 6, n. 9, n. 19.

Testi di Riferimento:

- Tristano Manacorda, **Elementi di Meccanica Razionale**, Pellegrini Editore , Pisa, 1996

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale alla quale si è ammessi previo superamento della prova scritta.

MODULO ELEMENTI DI ECONOMIA, ESTIMO (6 CFU)

Docente: Massimo Rovai

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: il corso si propone di fornire, a livello generale, gli elementi di base per interpretare i comportamenti degli agenti economici ed a livello operativo, gli elementi per interpretare ed analizzare un bilancio di esercizio e gli strumenti per valutare gli investimenti. La parte di estimo servirà per acquisire la logica del criterio estimativo; infine, la parte di legislazione per acquisire le nozioni di base necessarie per operare nell'ambito professionale dell'ingegneria civile.

Programma di massima:

Introduzione al corso. L'economia come scienza. Gli strumenti utilizzati per lo studio dell'economia. La definizione di bene economico ed i tipi di beni

La teoria del consumatore. La teoria dell'utilità e la derivazione delle curve di domanda. Critiche alla teoria dell'utilità ed approcci alternativi.

La teoria della produzione e dei costi. La funzione di produzione. Fattori variabili e fattori fissi. I costi di produzione e loro analisi nel breve e lungo periodo.

Il mercato. L'equilibrio di mercato. La domanda e l'offerta. Le forme di mercato: concorrenza perfetta, monopolio, monopolio bilaterale.

Economia aziendale. Le tipologie di costi in edilizia, Il bilancio economico dell'impresa edile. L'analisi del bilancio. Le decisioni di breve periodo. Gli investimenti ed i criteri di scelta.

Elementi di Matematica Finanziaria: Interesse semplice e composto. Il conto corrente.

Elementi di Estimo Generale. Natura e oggetto dell'estimo. I caratteri del giudizio di stima. Il giudizio di valore. I criteri o aspetti di stima. I metodi di stima.

Elementi di Estimo Legale. Sima dei danni. Stima delle indennità nelle espropriazioni per pubblica utilità.

Il Catasto. Catasto terreni. Catasto dei fabbricati. La Conservatoria dei Registri Immobiliari.

Testi di Riferimento:

- P. Samuelson, W.D. Nordhaus “**Economia**” ed. Zanichelli
- M. Simonotti “**La Stima Immobiliare**” ed. UTET
- G. Bellandi “**Economia e gestione dell'impresa**” ed. UTET1, 993
- D. Franchi, G.C. Ragagnin “**Economia ed Estimo**” ed. Bulgarini
- Panattoni, F. Campus “**Economia dell'azienda agraria**” ed. UTET (parti fotocopiate consegnate a lezione)
- G. Medici “**Estimo Rurale**” ed. Edagricole

Modalità di svolgimento degli esami:

prove "in itinere" i cui tempi e contenuti saranno indicati durante il corso con congruo anticipo e colloquio finale per la discussione dei risultati delle prove; in alternativa, un'unica prova scritta od orale sui contenuti di entrambi i moduli.

Modulo Elementi di Legislazione (3 CFU)

Docente: Raffaello Cecchetti

Obiettivi: Il ciclo di lezione risponde alla esigenza di fornire una base comune di nozioni giuridiche, in veste di introduzione, per studenti di diverse provenienze di studi di scuole secondarie superiori, finalizzate, per quanto possibile, alla possibilità di ulteriori futuri approfondimenti.

Programma di massima: Il corso è sostanzialmente strutturato nel ciclo di lezioni tradizionali, ma prevede anche la possibilità di ricorrere ad esercitazioni scritte le quali costituiscono pure verifiche in itinere della preparazione.

I) GENERALITA' ED ATTIVITA' EDILIZIA

1) Concetto e partizione del diritto. Fonti del diritto. Diritto e sanzione penale, amministrativa, civile. Diritti assoluti, reali e relativi. Il rapporto giuridico.

2) I soggetti .Persone fisiche e persone giuridiche. L' imprenditore. e l'azienda . L' artigiano. Le società: società di persone, e società di capitali. Il contratto in generale. Categorie di contratti. Elementi del contratto. Nullità ed annullabilità. Contratto di Lavoro autonomo, lavoro subordinato, contratto di appalto. L'art. 41 Cost.

II) LA PROPRIETA' PRIVATA

3) I diritti reali e la proprietà privata, in genere ed immobiliare. La sua configurazione nel Codice Civile e nella Costituzione. Limiti interni ed esterni. La proprietà rurale e la proprietà edilizia. Il possesso e la detenzione. Le distanze fra costruzioni. La circolazione giuridica della proprietà immobiliare. La compravendita. La vendita ad efficacia obbligatoria. Catasto e trascrizione. Comunione e condominio. Le pertinenze; parcheggi pubblici e privati.

4) Tutela della proprietà ed espropriazione (art. 42 Cost.). il T.U. dell' Espropriazione DPR 8.6.2001 n.327).

III) BENI

5) I Beni. Distinzione dei beni. Beni pubblici e privati. Beni demaniali e patrimoniali. Demanio necessario ed eventuale. Patrimonio disponibile e indisponibile disposizioni in materia del Codice Civile (art. 822 e ss) e delle leggi speciali, in particolare le strade e le acque.

IV) DIRITTO URBANISTICO

6) Sviluppo storico, pianificazione urbanistica, piano regolatore generale, programma di fabbricazione. Piani particolareggiati e piano di lottizzazione, misure di salvaguardia, regolamento edilizio. Piano strutturale.

Licenza, concessione edilizia e permesso di costruire. La responsabilità della P.A. per lesione di interessi legittimi

V) RAPPORTO OBBLIGATORIO E RESPONSABILITA'

7) Il Contratto e l'Obbligazione. Responsabilità contrattuale e responsabilità extra contrattuale Il sistema delle responsabilità professionali dell'ingegnere.

ESERCITAZIONI

E' prevista la possibilità di esercitazioni scritte/verifiche su parti distinte del corso e visite presso gli uffici urbanistici di alcune EE.LL.

ESAME

L'esame si svolge nella forme del compito scritto ed il voto verrà attribuito unitamente al voto dei moduli di Economia ed Estimo.

Lo studente può tuttavia richiedere di sostenere l'esame mediante l'interrogazione orale.

Si può sempre tener conto delle verifiche scritte eventualmente effettuate in itinere.

MODALITA' DI SVOLGIMENTO DEGLI ESAMI

Iscrizione sui moduli presso il Dipartimento di Vie e Trasporti.

TESTI CONSIGLIATI

Oltre alla consultazione del Codice Civile e delle altre leggi speciali richiamate, si può far riferimento ai seguenti testi:

Zatti - Colussi; Lineamenti di Diritto Privato, ed. CEDAM, Padova;

Salvia - Teresi, Diritto Urbanistico, ed CEDAM, Padova;

Cecchetti: Disciplina Giuridica delle Attività Tecnico Ingegneristiche, Ed. PLUS, Pisa

Ulteriori testi potranno essere indicati durante le lezioni.

Docente: Marcello Paoli

Propedeuticità: Geometria e Algebra I

Obiettivi: Completamento delle conoscenze di Algebra Lineare e formazione di una intuizione geometrica delle curve e delle superfici.

Programma di massima:

- SPAZI VETTORIALI: richiami sulle applicazioni lineari. Autovettori degli operatori lineari. Operatori simmetrici. Operatori unitari.
- COORDINATE OMOGENEE E BIRAPPORTI: elementi impropri. Coordinate omogenee dei punti del piano e dello spazio. Equazioni dei piani, delle rette, delle curve e delle superfici in coordinate omogenee. Birapporti. Gruppi armonici e costruzioni relative. Cenni sugli elementi immaginari.
- CONICHE: definizioni. Intersezione di una retta con una conica. Retta tangente. Coniche degeneri e non degeneri. Polarità. Diametri, centro, asintoti e assi. Classificazione delle coniche. Fasci di coniche. Condizioni lineari. Cenni sugli invarianti ortogonali.
- QUADRICHE: definizioni. Intersezione di una retta con una quadrica. Intersezione di una quadrica con un piano. Piano tangente e quadriche degeneri. Punti ellittici, iperbolici e parabolici. Classificazione delle quadriche. Polarità. Piani diametrali, centro e assi. Equazioni ridotte delle quadriche. Cenni sugli invarianti ortogonali.

Testi di Riferimento:

- Martelli, Ripoli – “Elementi di Geometria e Algebra Lineare” – E.T.S. Pisa.
- A cura del docente verranno forniti appunti su argomenti trattati in maniera diversa dal testo consigliato oppure assenti nel testo. Saranno disponibili anche appunti su esercizi particolarmente interessanti.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Una prova scritta della durata di tre ore.
- Una prova orale.
- Durante la prova scritta si possono consultare libri di testo; non si possono consultare appunti. La prova orale può essere sostenuta in un qualsiasi appello della sessione in cui è avvenuta la prova scritta. Gli studenti che nella prova scritta hanno totalizzato un punteggio inferiore a 12/30, sono consigliati di non presentarsi alla prova orale e ripetere lo scritto.

ANALISI MATEMATICA III (6 CFU)

Docente: Piero Fattori

Propedeuticità: Analisi matematica I e Analisi matematica II.

Obiettivi: approfondire alcuni aspetti, teorici e pratici dell'Analisi Matematica, che è indispensabile conoscere nel proseguimento degli studi.

Programma di massima:

- SUCCESSIONI E SERIE DI FUNZIONI

Definizione di convergenza puntuale ed uniforme. Teoremi di continuità, del limite, di integrabilità, di derivabilità. Totale convergenza per le serie e conseguente teorema. Serie di potenze e teoremi relativi.

- CURVE E FORME DIFFERENZIALI LINEARI

Archi di curva semplici e regolari. Lunghezza di un arco e integrali curvilinei. Definizione di forma differenziale lineare e di campo vettoriale. Condizioni necessarie e sufficienti per le forme differenziali esatte su insiemi internamente connessi e semplicemente connessi.

- SUPERFICI

Definizione di superficie regolare e sua misura. Integrali superficiali e flusso. Forme differenziali in \mathbb{R}^3 e lavoro di un campo. Formule di Stokes e conseguenze.

- FUNZIONI IMPLICITE

Definizione di funzioni definite implicitamente. Teorema di U. Dini per funzioni e sistemi di funzioni. Rette e piani tangenti.

Testi di riferimento:

- P. Fattori - T.E.P **Appunti di Analisi Matematica 2 e 3** (per teoria ed esercizi, parti 3, 4, 5).
- O.G. Mancino **Lezioni di Analisi Matematica Vol. 2**, Editrice Universitaria Felici.
- C.D. Pagani, S. Salsa **Analisi Matematica vol. 2**, Masson (1993).

Modalità di svolgimento degli esami:

- L'esame consiste in una prova scritta ed una orale.
- E' esentato dalla prova scritta chi ha ottenuto la sufficienza nei due compitini svolti durante il corso.

STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI (12 CFU)

Docente: Riccardo Del Corso

Propedeuticità: Analisi Matematica II, Geometria e Algebra I, Fisica Generale

Obiettivi: Il corso ha come scopo lo studio del comportamento meccanico di un corpo continuo e degli organismi strutturali modellabili come sistemi di travi elastiche.

Il corso prevede, oltre alle lezioni in aula e alle esercitazioni, un'attività di tutorato. L'esame si compone di una prova scritta e di una prova orale.

Programma di massima:

- CENNI DI ANALISI VETTORIALE: Spazio vettoriale, Tensori del 2° ordine, Componenti cartesiane, Campi scalari, vettoriali, tensoriali. Gradiente e divergenza. Operazioni matriciali
- CENNI DI CINEMATICA: Moti rigidi, Traslazione e Rotazione, Moti rigidi infinitesimi, Gradi di libertà
- ELEMENTI DI STATICA: Nozione di forza, Sistemi di forze e coppie, Riduzione statica di un sistema di forze e coppie ad un punto, Decomposizione di una forza secondo direzioni assegnate
- STATICA DEI CORPI RIGIDI: Equazioni di equilibrio per un corpo rigido, Principio dei lavori virtuali, Sistemi di corpi rigidi, Sistemi ad elasticità concentrata, Travature reticolari
- TRAVATURE: Nozione di trave. Vincoli agenti sulle travi e sui sistemi di travi. Travature labili, cinematicamente determinate e iperdeterminate. Reazioni vincolari. Sconnessioni. Caratteristiche della sollecitazione. Travi deformabili e misure locali di deformazione: estensione, curvatura e scorrimento angolare.
- TRAVI LINEARMENTE ELASTICHE.: legame costitutivo fra misure di sforzo e misure di deformazione. Il metodo della linea elastica. Unicità e linearità della soluzione. Il metodo delle forze. Il teorema dei lavori virtuali per le travi deformabili. Equazioni di Muller Breslau.
- Sistemi assialmente simmetrici e antisimmetrici.
- Effetti delle variazioni termiche, dei difetti geometrici e dei cedimenti anelatici dei vincoli.
- Il caso dei vincoli elastici.
- GEOMETRIA DELLE MASSE: Momento statico, Baricentro, Momenti di inerzia ass., centrifugo e polare, Assi principali d'inerzia
- ANALISI DELLA DEFORMAZIONE: Definizione di deformazione infinitesima, Tensore della deformazione infinitesima, Significato delle componenti, Direzioni e componenti principali di deformazione, Spostamenti rigidi
- ANALISI DELLA TENSIONE: Nozione di tensione in un punto, Sistemi di forze, Tensore delle tensioni, Significato delle componenti, Direzioni e componenti principali di tensione, Il cerchio di Mohr, Equazioni di equilibrio per un corpo continuo
- LEGAMI COSTITUTIVI: Tipi di legami costitutivi, Proprietà delle equazioni costitutive, Materiali linearmente elastici, Materiali iperelastici, Materiali isotropi, Equazioni di Lamé
- PROBLEMA DELL'EQUILIBRIO ELASTICO DI UN CONTINUO: Formulazione del problema dell'equilibrio di un corpo elastico, Soluzione del problema, Esistenza, unicità e stabilità della soluzione
- IL PRINCIPIO DEI LAVORI VIRTUALI NEL CONTINUO: Il principio dei lavori virtuali, Il teorema di Clapeyron, Il teorema di Betti
- IL PROBLEMA DI DE SAINT VENANT: Definizione del problema, Caso della trave soggetta a tensioni normali, Forza normale semplice, Flessione pura, Presso flessione, Flessione e taglio, Torsione
- CRITERI DI RESISTENZA: Cenni sul comportamento dei materiali, Criteri di resistenza, Criterio di Coulomb, Criterio di Tresca, Criterio di Von Mises, Verifiche di sicurezza
- STABILITÀ DELL'EQUILIBRIO: Il caso della aste rigide vincolate elasticamente. Perdita di stabilità della configurazione di equilibrio per diramazione stabile e instabile. Metodo di Eulero o degli equilibri adiacenti. Nozione di carico critico euleriano.

Testi di Riferimento:

Gambarotta, Nunziante, Tralli **Scienza delle Costruzioni**, Ed. McGraw-Hill

M. Capurso **Lezioni di Scienza delle Costruzioni**, Ed. Pitagora

Modalità di svolgimento degli esami: prova scritta (3 ore) e successiva prova orale

IDRAULICA AMBIENTALE (6 CFU)

Docente : Stefano Pagliara

Propedeuticità: Analisi matematica II, Fisica generale

Obiettivi: conoscenza e padronanza delle leggi fondamentali che governano la statica e la dinamica dei fluidi incompruibili per la soluzione di problemi relativi all'ingegneria civile ed ambientale.

Programma di massima:

- PROPRIETÀ DEI FLUIDI E IDROSTATICA
- CINEMATICA E IDRODINAMICA
- ANALISI DIMENSIONALE E CORRENTI IN PRESSIONE
- CORRENTI A PELO LIBERO, FORONOMIA
- MOTI DI FILTRAZIONE, FENOMENI DI TRASPORTO

Testi di Riferimento:

- S.Pagliara (2001) **Lezioni di Idraulica**, ed. SEU pp 199.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Esame orale.

INGEGNERIA DEL TERRITORIO (6 CFU)

Docente : Silvana Lombardo

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: Fornire i concetti, gli strumenti e le tecniche di base per la lettura e l'interpretazione, nonché per il controllo e la gestione della città e del territorio alla scala comunale.

Programma di massima:

- **INTRODUZIONE AL CORSO:** quadro di riferimento, fondato sulle strutture logiche e lessicali dell'analisi dei sistemi, all'interno delle quali vengono sviluppati concetti quali quelli di funzione, localizzazione, forma e le loro relazioni.
- **STRUMENTI NORMATIVI:** legge urbanistica, Piano Regolatore Generale, Piani Particolareggiati
- **L'INFORMAZIONE E LE SUE FONTI ALLE DIVERSE SCALE:** cartografia. Tecniche di estrazione delle informazioni da cartografia.
- **METODI DI ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DELL'INFORMAZIONE:** dati statistici, indici, indicatori, proiezioni e previsioni.
- **PIANI DI ZONA:** analisi e progetto di un piano di zona

Testi di Riferimento:

- Dispense del Corso

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale previa approvazione del lavoro applicativo eseguito durante l'anno.
- Le esercitazioni vanno consegnate una settimana prima del giorno dell'esame.

FONDAMENTI DI INFRASTRUTTURE VIARIE TERRITORIALI (9CFU)

Docente : Massimo Losa

Propedeuticità: Analisi Matematica I, Fisica Generale, Chimica Applicata all'Ambiente e Tecnologia dei Materiali

Obiettivi: Fornire le conoscenze di base per la progettazione, la costruzione e la gestione delle infrastrutture viarie, nonché per la gestione dei cantieri anche in riguardo alla sicurezza.

Programma di massima:

- **INTRODUZIONE AI SISTEMI E MODI DI TRASPORTO:** il sistema viario nazionale. I criteri di progettazione delle infrastrutture di trasporto.
- **LA PROGETTAZIONE INTEGRATA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI E RELATIVI STANDARDS NORMATIVI:** i veicoli stradali: classificazione, caratteristiche di ingombro e di operatività. Le reti stradali e la classificazione funzionale delle strade. La domanda di traffico. Criteri compositivi della piattaforma stradale e caratteristiche geometriche delle sezioni stradali. Caratteristiche di traffico delle sezioni. I livelli di servizio. La sicurezza dei tracciati stradali. Le velocità di progetto. Le distanze di visibilità. La percezione ottica del tracciato. Le curve circolari. Le curve a raggio variabile. L'andamento altimetrico. I raccordi verticali. Il coordinamento planoaltimetrico. I diagrammi delle velocità. Le velocità operative. La verifica di sicurezza dei tracciati esistenti. Le intersezioni stradali a raso e da livelli sfalsati.
- **ELEMENTI DI BASE DELLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE:** la Meccanica della locomozione ferroviaria. I sistemi di trazione. Caratteristiche dei veicoli ferroviari. Il sistema frenante. I sistemi di controllo della circolazione ferroviaria. La potenzialità della piena linea e delle stazioni. Il tracciato ferroviario. Le curve circolari. Le curve a raggio variabile. L'andamento altimetrico. I raccordi verticali. I gabarit ferroviari. I deviatori. Elementi compositivi del binario.
- **I MATERIALI STRADALI:** Principali prove di laboratorio per la qualificazione ed il controllo delle terre, degli aggregati lapidei, dei leganti e delle loro miscele con aggregati. Elementi della costruzione e del controllo del corpo stradale e delle sovrastrutture stradali e ferroviarie. Elementi di sicurezza nei cantieri stradali.

Ulteriore attività di apprendimento da svolgersi autonomamente da parte degli studenti: progetto esecutivo di una strada su cartografia a curve di livello in scala 1:2000

Testi di Riferimento:

- T. Esposito, R. Mauro. **Fondamenti di Infrastrutture Viarie.** La geometria stradale. Hevelius edizioni.
- P. Ferrari, F. Giannini. **Geometria e progetto stradale.** ISEDI, Milano
- P. Ferrari, F. Giannini. **Corpo stradale e pavimentazioni.** ISEDI, Milano
- G. Tesoriere. **Strade, Ferrovie Aeroporti.** Vol. 1, 2 e 3. UTET, Torino.
- L. Mayer. **Impianti ferroviari.** Tecnica ed esercizio. CIFI, Roma
- G. Vicuna. **Organizzazione e tecnica ferroviaria.** CIFI, Roma
- Dispense e materiale bibliografico fornito dal docente

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale
- Modalità di iscrizione all'esame: moduli disponibili presso la sede di Vie e Trasporti da compilarsi almeno tre giorni prima della prestabilita data dell'esame

Geotecnica (9 CFU)

Docente : Diego Lo Presti

Propedeuticità: Analisi Matematica II, Fisica Generale

Obiettivi: Il corso si pone l'obiettivo di fornire alcuni concetti generali relativi al comportamento meccanico dei terreni e le conoscenze fondamentali per la caratterizzazione meccanica dei medesimi mediante indagini di laboratorio e di sito. I risultati sperimentali di maggiore interesse vengono impiegati per introdurre leggi di comportamento semplificate necessarie alla risoluzione di problemi al finito caratteristici dell'Ingegneria Geotecnica: capacità portante delle fondazioni superficiali; cedimenti di fondazioni superficiali; spinte sulle opere di sostegno. Il corso è pertanto di tipo applicativo e mirato all'analisi di stabilità ed alla verifica delle condizioni di esercizio delle strutture geotecniche ovvero di quelle opere che interagiscono con il terreno.

Programma di massima:

ARGOMENTO 1: Tipologie di fondazione. Classificazione dei terreni. Interazione tra fase fluida e scheletro solido. Determinazione delle tensioni geostatiche e di quelle indotte dai carichi esterni.

ARGOMENTO 2: Richiami di alcuni concetti generali dell'idraulica (equazione di Bernoulli, gradiente idraulico, legge di Darcy). Equazione di flusso. Fenomeni di sifonamento e sollevamento del fondo scavo. Flusso stazionario e consolidazione.

ARGOMENTO 3: Caratterizzazione meccanica dei terreni mediante prove di laboratorio e di sito

ARGOMENTO 4: Richiami sulle indagini. Modelli e scelta parametri. Metodi di analisi, il metodo dell'equilibrio limite globale.

ARGOMENTO 5: Analisi di stabilità e verifica delle condizioni di esercizio. Applicazione alle opere di sostegno e alle fondazioni superficiali.

Testi di Riferimento:

- R. Lancellotta, Geotecnica 3a ed. Zanichelli

Modalità di svolgimento degli esami:

Prova scritta: vengono proposti tre domande comprendenti esercizi numerici applicativi e domande vere e proprie sui contenuti del programma svolto. Orale: interrogazione sul programma svolto. La prova orale è facoltativa

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI (12 CFU)

Docente : da assegnare

Propedeuticità: Analisi Matematica III, Geometria ed Algebra II, Fisica Generale, Meccanica Razionale.

Obiettivi: il corso fornisce agli studenti le nozioni di base di meccanica dei solidi e di meccanica delle strutture, necessarie per la comprensione del comportamento degli organismi strutturali e per la loro modellazione, propedeutiche alle successive discipline progettuali.

Programma di massima:

- LA MECCANICA DEI SISTEMI DI CORPI RIGIDI: analisi cinematica; analisi statica. Il teorema dei lavori virtuali. I sistemi reticolari piani e spaziali: metodi di determinazione degli sforzi nelle aste.
- ELEMENTI DI CALCOLO TENSORIALE: tensori cartesiani; tensori e matrici. Tensori del secondo ordine; invarianti; autovalori ed autovettori.
- GEOMETRIA DELLE AREE: momenti statici; baricentro; momenti di secondo ordine; il tensore d'inerzia; sistema antipolare; ellisse centrale d'inerzia; nocciolo centrale d'inerzia.
- MECCANICA DEI CORPI DEFORMABILI: analisi della deformazione; tensore di deformazione infinitesima; equazioni di congruenza; direzioni e dilatazioni principali. Concetto di tensione; tensore di Cauchy; equazioni indefinite di equilibrio ed equazioni ai limiti; direzioni e tensioni principali; isostatiche. Il teorema dei lavori virtuali.
- RELAZIONI COSTITUTIVE: il legame elastico lineare; ortotropia; isotropia; costanti elastiche per mezzi isotropi. Materiali iperelastici; energia di deformazione. Sovrapposizione degli effetti; teorema di Kirchhoff. Le equazioni di Cauchy-Navier e di Beltrami-Michell.
- TEOREMI SULL'EQUILIBRIO ELASTICO: teorema dei lavori virtuali; teorema di Clapeyron; teorema di Betti; teorema di Maxwell; teorema di Castigliano.
- RESISTENZA DEI MATERIALI: indagini sperimentali sui materiali da costruzione; criteri di resistenza e sicurezza.
- TEORIA ELASTICA DELLA TRAVE E DELLE TRAVATURE PIANE: analisi statica ed analisi cinematica; caratteristiche della sollecitazione. Isostaticità ed iperstaticità. Travi ad asse rettilineo. Il legame elastico lineare tra le caratteristiche di sollecitazione e le caratteristiche di deformazione. Determinazione elementare della distribuzione della tensione normale e della tensione tangenziale nella sezione. Le distorsioni. Travi in regime estensionale. Travi sollecitate a flessione e taglio. Le travi inflesse; teorema e corollario di Mohr. L'equazione dei lavori virtuali per le travature; risoluzione delle travature iperstatiche con il metodo delle forze; le travature reticolari iperstatiche.
- PROBLEMA DI DE SAINT-VENANT: sforzo normale; flessione pura; torsione; flessione e taglio. Sollecitazioni composte; solidi non resistenti a trazione.
- LA STABILITÀ DELL'EQUILIBRIO: l'asta caricata di punta; il carico critico euleriano; il carico critico in campo elasto-plastico; le curve di stabilità; il metodo ω .

Testi di Riferimento:

- A. Sollazzo et al.: **Scienza delle Costruzioni**, voll. 1, 2, 3, UTET, Torino, 1983-93
- O. Belluzzi: **Scienza delle Costruzioni**, vol. I, Zanichelli, Bologna, 1955
- R. Camiciotti – A. Cecchi: **Esercizi di Scienza delle Costruzioni** (3 voll.), Edizioni V. Morelli, Firenze

Modalità di svolgimento degli esami:

- L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale. L'ammissione alla prova orale è subordinata all'esito positivo della prova scritta.
- La prova scritta consiste nella risoluzione e discussione di uno o più problemi strutturali, articolati in più quesiti. I candidati sono tenuti ad esibire all'inizio della prova il loro libretto personale. La prova ha la durata di quattro ore; lo studente può decidere di rinunciare all'esame fino ad un'ora prima del termine.
- Lo studente che non abbia superato la prova scritta è sconsigliato dal ripeterla nell'appello immediatamente successivo.

- L'ammissione alla prova orale conserva la sua validità per tre appelli, compreso quello di svolgimento della prova scritta, anche in caso di mancata conclusione positiva dell'esame; gli studenti sono vivamente sconsigliati dal ripetere la prova orale nell'appello immediatamente successivo a quello in cui si siano ritirati dalla prova stessa, a meno che sia trascorso almeno un mese tra i due appelli successivi.

FISICA TECNICA AMBIENTALE (6 CFU)

Docente: Carlo Bartoli

Propedeuticità: Fisica Generale.

Obiettivi: fornire le nozioni di base della termodinamica e della trasmissione del calore.

Programma di massima:

- **TERMODINAMICA:** definizioni fondamentali: sistema ed esterno, variabili di stato e stato di equilibrio, trasformazioni reversibili e reali. Il primo principio, l'energia interna e l'entalpia; estensione ai sistemi aperti. Ciclo di Carnot. Il secondo principio, l'entropia e le sorgenti entropiche; Equazioni fondamentali della termodinamica. Gas reali e limite: l'esperienza di Joule Thomson. Equazione di continuità e di Bernoulli. Stati di aggregazione. Diagrammi di stato P-T, P-V, T-S, I-S, P-I. I sistemi a due variabili: gas e vapori. Macchina frigorifera a compressione di vapore a semplice stadio, pompa di calore.
- **TRASMISSIONE DEL CALORE:** conduzione: postulato ed equazione di Fourier. Casi di pareti piane cilindriche e sferiche in regime stazionario. Parete piana con generazione interna di calore. Semplici problemi di transitori termici. Convezione: convezione naturale e forzata; laminare e turbolenta. Gruppi adimensionali e principali correlazioni. Irraggiamento termico: Principio di Kirchhoff leggi del corpo nero, corpi grigi e scambi tra superfici grigie. Cenni sugli scambiatori di calore a superficie ed a miscelamento.
- **CONTROLLO TERMOIGROMETRICO DEGLI AMBIENTI:** la miscela aria-vapore. Diagrammi psicrometrici L'irraggiamento solare: trasmissione del calore attraverso pareti opache e trasparenti.

Testi di Riferimento:

- Latrofa E.: **Fisica Tecnica** -Termodinamica Andrea Vallerini Editore.
- Cavallini A. Mattarolo L.: **Termodinamica e trasmissione del calore**. Cleup.
- Guglielmini G. Pisoni C.: **Elementi di trasmissione del calore**. Editoriale Veschi
- Appunti vari messi a disposizione dal docente.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale

IDRAULICA (12CFU)

Docente : Alessandro Peruginelli

Propedeuticità: Analisi matematica II, Meccanica Razionale

Obiettivi: Conoscenza di base dei fenomeni idraulici

Programma di massima:

- GENERALITÀ SU FLUIDOMECCANICA
- IDROSTATICA
- CORRENTI IN PRESSIONE
- CORRENTI A PELO LIBERO

Testi di Riferimento:

- Peruginelli – Idraulica SEU
- Peruginelli – Misure Idrauliche SEU
- Peruginelli – Esercizi SEU

Modalità di svolgimento degli esami:

- Test scritto + prova orale

TECNICA DEL TRAFFICO (6 CFU)

Docente: prof. ing. Antonio Fratelli

Propedeuticità: Analisi matematica I e Fisica Generale

Obiettivi: Fornire le conoscenze di base per lo studio dei problemi della circolazione stradale in campo urbano e per il progetto delle intersezioni semaforizzate, delle rotonde e dei percorsi ciclabili.

Programma di massima:

- CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELLA CIRCOLAZIONE :Generalità ed obiettivi dell'ingegneria del traffico; componenti fondamentali del traffico e loro caratteristiche (infrastruttura, veicoli, sistemi di controllo); il "fattore umano" quale elemento di progetto (tempi di percezione e reazione, campi di visuale, ecc.); condizioni di circolazione; distanziamento temporale e sue distribuzioni; portata e volumi di traffico; densità veicolare; velocità; variazioni temporali del traffico; fattore dell'ora di punta e portata di progetto; concetto di livello di servizio; metodo dei "quattordici giorni"; metodi di rilevamento e misura dei parametri di traffico (conteggi, tecniche con spire, radar, ecc.).
- INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE : Componenti e caratteristiche fondamentali della semaforizzazione; "giustificazioni" per la semaforizzazione di una intersezione secondo il MUTCD; analisi dei conflitti; determinazione del numero di fasi; fasi speciali; leading green; lagging green; ciclo minimo; ciclo ottimo; start-up lost time e clearance lost time; flusso di saturazione; calcolo del tempo di giallo e dell'intervallo di cambio; ripartizione del tempo di verde; tipi e componenti del ritardo (delay) ad un semaforo; calcolo del ritardo per arrivi uniformi ad un semaforo isolato. Impianti semaforici attuati: principi dell'attuazione semaforica; dimensionamento di un semaforo attuato dai pedoni; impianti attuati a volume, a volume-densità e a densità completa. Il coordinamento semaforico: requisiti e condizioni di progetto; progressione semaforica su strade a senso unico; progressione semaforica su strade a doppio senso; ottimizzazione dell'ampiezza di banda in un itinerario ad "onda verde"; tipologie di progressione semaforica. Esempi applicativi.
- ROTATORIE : Caratteristiche e campi di applicabilità funzionale; verifiche di prefattibilità; requisiti geometrici e accorgimenti costruttivi; verifiche preliminari di realizzabilità; dimensionamento di rotonde con precedenza alle entrate col metodo Inglese; rotonde con precedenza all'anello; metodo di Kimber; metodo Tedesco; dimensionamento di rotonde compatte in base alla Normativa Svizzera; dimensionamento di grandi rotonde in base alla Normativa Francese (SETRA); capacità semplice; capacità totale; altri parametri prestazionali; stima della matrice O/D dei flussi in rotonda. Applicazioni computazionali.
- ITINERARI CICLABILI :Generalità; caratteristiche dell'utenza (sistematica, occasionale); requisiti fondamentali (velocità media, raggio d'azione, sicurezza, ecc.); sezioni geometriche; diagramma della potenza muscolare/resistenze al moto; valutazione di un percorso ciclabile (Metodo di Davis).

Testi di Riferimento:

- Dispense del docente: **“Verifiche giustificative per la semaforizzazione di un incrocio”**; “Il progetto delle intersezioni a rotonda”, TEP-Tipografia Editrice Pisana, Pisa, 2001.
- Olivari M., **"Elementi di teoria e tecnica della circolazione stradale"**, Franco Angeli, Milano, 1994.
- TRB Transportation Research Board, **"Highway Capacity Manual"**, Washington, 2000.
- Mc Shane W. and Roess R., **"Traffic Engineering"**, Prentice Hall, 1990.
- Rinelli S., **“Intersezioni stradali semaforizzate”**, UTET, Torino 2000.

Modalità di svolgimento degli esami:

Prova orale (gli studenti devono iscriversi nei giorni precedenti ogni appello in una lista disponibile presso la Segreteria di "VIE E TRASPORTI" del Dipartimento di Ingegneria Civile).

COSTRUZIONI IDRAULICHE (9 CFU)

Docente : Valerio Milano

Propedeuticità: Idraulica Ambientale

Obiettivi: fornire le conoscenze necessarie per avviare l'allievo alla progettazione e alla gestione delle opere idrauliche semplici.

Programma di massima:

- ELEMENTI DI IDROLOGIA E IDROGRAFIA
- SISTEMAZIONI DEI TORRENTI
- SISTEMAZIONI FLUVIALI
- ACQUEDOTTI URBANI
- FOGNATURE URBANE
- BONIFICHE IDRAULICHE

Testi di Riferimento:

- V. Milano : **Costruzioni Idrauliche**. Volumi I, II, III, IV, Servizio Editor. Univ., Pisa, 1989 e seguenti
- V. Milano : **Acquedotti**. Ed. U. Hoepli, Milano, 1996
- L. Da Deppo, C. Datei, P. Saladin : **Sistemazione dei corsi d'acqua** . Ed. Cortina, Padova, 1997
- U. Maione: **La Sistemazione dei corsi d'acqua montani**. Ed. Bios, Cosenza, 1998
- G. Frega: **Lezioni di Acquedotti e Fognature**. Ed. Liguori, Napoli, 1986
- G. Ippolito: **Appunti di Costruzioni Idrauliche**, Edizione aggiornata a cura di G. De Martino, Ed. Liguori, Napoli, 1993

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale. Non è richiesta alcuna iscrizione anticipata.

TECNICA DELLE COSTRUZIONI (12 CFU)

Docente : Maurizio Froli

Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni

Obiettivi: Il corso di Tecnica delle Costruzioni si prefigge di fornire agli studenti gli strumenti teorici e pratici di base necessari per la comprensione, l'analisi e la previsione dei fenomeni meccanici che presiedono la risposta strutturale e la sicurezza delle costruzioni in acciaio, in cemento armato normale ed in cemento armato precompresso, ai fini della comprensione del progetto strutturale delle opere di nuova costruzione, nel rispetto della attuale Normativa tecnica, nazionale ed europea.

Programma di massima:

- FONDAMENTI DI ANALISI LIMITE DELLE STRUTTURE
- LA SICUREZZA STRUTTURALE
- LE AZIONI
- TECNICA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO
- TEORIA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO
- TECNICA DELLE STRUTTURE IN C.A., C.A.P.
- TEORIA DELLE STRUTTURE IN C.A. E C.A.P

Testi di riferimento:

Il testo fondamentale di riferimento del corso è l'opera in tre volumi di

- E.F. Radogna: “**Tecnica delle Costruzioni**”, Editore Masson.

Tutti gli argomenti trattati a lezione, assieme ad altri argomenti complementari, sono raccolti nella dispensa di

- M.Froli : “**Appunti di Tecnica delle Costruzioni**”, Servizio Editoriali Universitario, aggiornata all'inizio di ogni anno accademico.

Una raccolta di elaborati grafici eseguiti da studenti degli anni passati ed attinenti temi progettuali tipici è stata curata da

- M.Froli nelle: “**Tavole di Tecnica delle Costruzioni**”, Servizio Editoriali Universitario, anch'essa aggiornata con cadenza annuale.

Modalità di svolgimento degli esami:

• L'esame consiste in una discussione orale durante la quale l'allievo sarà interrogato sui vari argomenti di teoria e tecnica delle strutture civili esposti durante il corso.

L'allievo è ammesso alla prova orale solo se il tutore giudica concluso il lavoro di elaborazione dei temi progettuali.

Il tutore, con l'avallo del titolare del corso, esprime un giudizio sulla preparazione raggiunta dall'allievo, gli attribuisce una classe di merito (A,B,C,D) per l'ammissione all'orale.

Il giudizio viene trascritto sugli elaborati grafici e sulla relazione di calcolo con data e firma del tutore.

Il giudizio di ammissione non è soggetto a modifiche o a decadenza e concorre, assieme al voto conseguito durante la prova orale, alla definizione del voto finale.

ORGANIZZAZIONE E SICUREZZA DEI CANTIERI (6 CFU)

Docente: Michele Giovannetti

Obiettivi: fornire le conoscenze di ordine tecnico e legislativo necessarie, sia per il completamento del bagaglio culturale dell'Ingegnere, sia per contribuire a fornire al laureando in Ingegneria le nozioni di base necessarie per ricoprire le figure professionali di Coordinatore per la progettazione e di Coordinatore per l'esecuzione dei lavori di Genio Civile o edili in materia di sicurezza e salute dei lavoratori nei cantieri. Figure professionali queste, che sono previste dal D.L.vo n.494/96.

In tal senso il programma del Corso, che prevede lezioni, esempi applicativi e visite guidate a cantieri di lavoro, è caratterizzato dalla trattazione dagli argomenti previsti nell'Allegato V del citato D.L.vo, che riguardano la legislazione vigente in materia e le statistiche sulle relative violazioni, le malattie professionali e l'analisi dei rischi, l'organizzazione dei cantieri per l'esecuzione dei lavori in sicurezza e le metodologie per l'elaborazione di piani di sicurezza e coordinamento.

Programma di massima:

- IL QUADRO NORMATIVO: le fonti del diritto in materia di sicurezza sul lavoro secondo il D.L.vo n.626/94 e la Direttiva Cantieri di cui al D.L.vo n.494/96 - i soggetti coinvolti, obblighi e responsabilità - gli appalti nel settore pubblico e privato in rapporto alla sicurezza sui cantieri temporanei e mobili - illecito penale e apparato sanzionatorio.
- FONDAMENTI DI ANALISI DEL RISCHIO: definizioni, terminologia e concetto di rischio - criteri e metodi dell'analisi del rischio - programma operativo della valutazione del rischio - esempi applicativi.
- INFORTUNI, MALATTIE PROFESSIONALI E SORVEGLIANZA SANITARIA: tipologia delle malattie professionali e degli infortuni sul lavoro - I fattori di rischio fisici, chimici, biologici e connessi all'organizzazione del lavoro, causale delle malattie professionali - il concetto di sorveglianza sanitaria e il ruolo del medico competente.- l'assicurazione obbligatoria - le statistiche degli infortuni sul lavoro.
- IL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO (P.S.C.): obiettivi e contenuti - metodologia di calcolo dell'entità del cantiere in uomini/giorno - linee guida per la redazione del P.S.C. - esempi e illustrazioni di P.S.C.
- IL PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA (P.O.S.): obiettivi e contenuti - metodologia per la valutazione dei rischi e dei costi - linee guida per la redazione del P.O.S. - esempi e illustrazione di P.O.S.
- IL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI (C.E.L.): la figura professionale - compiti e contenuti della prestazione professionale - linee guida comportamentali - le attività di coordinamento e di controllo - la documentazione da acquisire - esempi di modulistica standard.
- STRUMENTI INFORMATICI PER LA GESTIONE DELLE SICUREZZA: tipologia di softwares e loro prestazioni e utilizzo - esempi di applicazioni alla sicurezza per cantieri temporanei e mobili.
- L'ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI DI LAVORO: l'organizzazione del cantiere quale fattore condizionante la sicurezza del lavoro - caratteristiche dei cantieri stradali, edili, ferroviari e per opere idrauliche - le principali macchine e attrezzature per cantieri edili e di Genio civile - la normativa storica, la Direttiva Macchine secondo il D.L.vo n.459/96 e il D.L.vo n.359/99 riguardante le attrezzature - la normativa relativa agli Impianti elettrici (note generali e prevenzione del rischio elettrico) - prevenzione verso la caduta dall'alto di persone e di cose - prevenzione nei lavori di demolizione e di scavo - prevenzione da sostanze, fumi e vapori tossici - progettazione dell'organizzazione generale del cantiere e la normativa di riferimento - servizi igienico-assistenziali - Dispositivi di Protezione

Individuale-D.P.I. - la segnaletica di cantiere - le opere provvisionali - visite a cantieri stradali, edili e di opere idrauliche

Testi di riferimento:

- F.Bini Verona, L.Degl'Innocenti, S.Lami, **“SICUREZZA NEI CANTIERI”**, IPSOA EDITORE, Milano 2001
- A.Gottfried, M.L. Trani, **“IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA NELLE COSTRUZIONI IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE”**, MAGGIOLI EDITORE, Rimini 2000
- REGIONE TOSCANA, **“ESEMPIO DI PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO EX ART.12 D.LGS. 494/96 COME MODIFICATO DAL D.LGS. 528/99**, EDIZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE, Firenze 2001
- D.Lgs. 19/9/1994 n.626 **“Attuazione delle direttive 89/391/CEE, ... riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”**
- D.Lgs. 14/8/1996 n.494 **“Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili”**
- D.Lgs. 14/8/1996 n.493 **“Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”**
- D.Lgs. 24/7/1996 n.459 **“Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine”**;
- D.Lgs. 4/8/1999 n.359 **“Attuazione della direttiva 95/63/CEE ... relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l’uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori”**
- L. 5/3/1990 n.46 **“Norme per la sicurezza degli impianti”**
- Norme CEI 64-8
- D.Lgs. 15/8/1991 n.277 **“Attuazione delle direttive 80/1107/CEE ... in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici ...”**
- L. 27/3/1992 n.257 **“Norme relative alla cessazione dell’impiego di amianto”**

4. ALCUNI PROGRAMMI DEL V.O.

COSTRUZIONI IDRAULICHE(1 ann.)

Docente : Valerio Milano

Propedeuticità: Idraulica

Obiettivi: fornire le conoscenze necessarie per avviare l'allievo alla progettazione e alla gestione delle opere idrauliche

Programma di massima:

- ELEMENTI DI IDROLOGIA E IDROGRAFIA
- SISTEMAZIONI DEI TORRENTI
- SISTEMAZIONI FLUVIALI
- ACQUEDOTTI URBANI :
- FOGNATURE URBANE
- BONIFICHE IDRAULICHE
- IRRIGAZIONI
- NAVIGAZIONE INTERNA

Testi di Riferimento:

- V. Milano : **Costruzioni Idrauliche**. Volumi I, II, III, IV, Servizio Editor. Univ., Pisa, 1989 e seguenti
- V. Milano : **Acquedotti**. Ed. U. Hoepli, Milano, 1996
- L. Da Deppo, C. Datei, P. Saladin : **Sistemazione dei corsi d'acqua** . Ed. Cortina, Padova, 1997
- U. Maione: **La Sistemazione dei corsi d'acqua montani**. Ed. Bios, Cosenza, 1998
- G. Frega: **Lezioni di Acquedotti e Fognature**. Ed. Liguori, Napoli, 1986
- G. Ippolito: **Appunti di Costruzioni Idrauliche**, Edizione aggiornata a cura di G. De Martino, Ed. Liguori, Napoli, 1993

Modalità di svolgimento degli esami:

- Per l'indirizzo Idraulica: prova scritta + prova orale. Per gli altri indirizzi solo prova orale. Sia per la prova scritta che per quella orale non è richiesta alcuna iscrizione anticipata. La prova scritta conserva la sua validità per tre sessioni di esami.

FONDAMENTI DI INFRASTRUTTURE VIARIE (1 ann)

Docente : Massimo Losa

Propedeuticità: Analisi Matematica I, Fisica Generale, Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata

Obiettivi: Fornire le conoscenze di base per la progettazione, la costruzione e la gestione delle infrastrutture viarie, nonché per la gestione dei cantieri anche in riguardo alla sicurezza.

Programma di massima:

- **INTRODUZIONE AI SISTEMI E MODI DI TRASPORTO:** il sistema viario nazionale. I criteri di progettazione delle infrastrutture di trasporto.
- **LA PROGETTAZIONE INTEGRATA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI E RELATIVI STANDARDS NORMATIVI:** i veicoli stradali: classificazione, caratteristiche di ingombro e di operatività. Le reti stradali e la classificazione funzionale delle strade. La domanda di traffico. Criteri compositivi della piattaforma stradale e caratteristiche geometriche delle sezioni stradali. Caratteristiche di traffico delle sezioni. I livelli di servizio. La sicurezza dei tracciati stradali. Le velocità di progetto. Le distanze di visibilità. La percezione ottica del tracciato. Le curve circolari. Le curve a raggio variabile. L'andamento altimetrico. I raccordi verticali. Il coordinamento planoaltimetrico. I diagrammi delle velocità. Le velocità operative. La verifica di sicurezza dei tracciati esistenti. Le intersezioni stradali a raso ed a livelli sfalsati.
- **LA PROGETTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE:** la Meccanica della locomozione ferroviaria. I sistemi di trazione. Caratteristiche dei veicoli ferroviari. Il sistema frenante. I sistemi di controllo della circolazione ferroviaria. La potenzialità della piena linea e delle stazioni. Il tracciato ferroviario. Le curve circolari. Le curve a raggio variabile. L'andamento altimetrico. I raccordi verticali. I gabarit ferroviari. I deviatori. Elementi compositivi del binario.
- **LE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI E PER IL TRASPORTO MERCI:** classificazione ed ubicazione degli aeroporti. Le infrastrutture a terra. Orientamento e dimensionamento delle piste. Gli eliporti. Stazioni ed impianti terminali specializzati. Gli interporti. I centri intermodali.
- **I MATERIALI STRADALI:** principali prove di laboratorio per la qualificazione ed il controllo delle terre, degli aggregati lapidei, dei leganti e delle loro miscele con aggregati. Elementi della costruzione e del controllo del corpo stradale e delle sovrastrutture stradali e ferroviarie. Elementi di sicurezza nei cantieri stradali.
- **Ulteriore attività di apprendimento da svolgersi autonomamente da parte degli studenti:** progetto esecutivo di una strada su cartografia a curve di livello in scala 1:2000

Testi di Riferimento:

- T. Esposito, R. Mauro. **Fondamenti di Infrastrutture Viarie.** La geometria stradale. Hevelius edizioni.
- P. Ferrari, F. Giannini. **Geometria e progetto stradale.** ISEDI, Milano
- P. Ferrari, F. Giannini. **Corpo stradale e pavimentazioni.** ISEDI, Milano
- G. Tesoriere. **Strade, Ferrovie Aeroporti.** Vol. 1, 2 e 3. UTET, Torino.
- L. Mayer. **Impianti ferroviari. Tecnica ed esercizio.** CIFI, Roma
- G. Vicuna. **Organizzazione e tecnica ferroviaria.** CIFI, Roma
- Dispense e materiale bibliografico fornito dal docente

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale
- Modalità di iscrizione all'esame: moduli disponibili presso la sede di Vie e Trasporti da compilarsi almeno tre giorni prima della prestabilita data dell'esame

TECNICA DELLE COSTRUZIONI (1 ann.)

Docente : Mauro Sassu

Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni

Obiettivi: il corso di Tecnica delle Costruzioni per allievi Ingegneri Civili si prefigge di fornire agli studenti gli strumenti teorici e pratici di base necessari per la comprensione, l'analisi e la previsione dei fenomeni meccanici che presiedono la risposta strutturale e la sicurezza delle costruzioni in acciaio, in cemento armato normale ed in cemento armato precompresso, ai fini della comprensione del progetto strutturale delle opere di nuova costruzione, nel rispetto della attuale Normativa tecnica, nazionale ed europea.

Programma di massima:

- **TIPOLOGIE STRUTTURALI** : l'edificio civile e l'edificio industriale, schemi statici, organismi costruttivi, criteri di dimensionamento per gli elementi strutturali principali (travi semplici, irrigidite, cellulari, reticolari, colonne, controventi, coperture e orizzontamenti).
- **AZIONI E SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI:** l'approccio probabilistico per i carichi e per la sicurezza. Le azioni sulle costruzioni (permanenti, di esercizio, ambientali) e le loro combinazioni. Metodi di verifica: tensioni ammissibili e stati limite. Cenni di analisi limite per le travature.
- **COSTRUZIONI IN ACCIAIO** (tecnica e teoria): il materiale acciaio e la sua tecnologia; verifica di membrature tese ed inflesse. La stabilità nelle membrature compresse, inflesse e pressoinflesse. Verifiche di resistenza, stabilità, deformabilità nelle travature. I collegamenti ed i relativi metodi di calcolo (saldature, chiodature, bullonature, perni). Verifiche di imbozzamento nei pannelli sottili. Le norme tecniche vigenti.
- **COSTRUZIONI IN C.A. e C.A.P.** (tecnica e teoria): il calcestruzzo e le armature con note di tecnologia; comportamento elasto-plasto-viscoso e la teoria statica convenzionale. Progetto e verifica di sezioni di travi inflesse o pressoinflesse, di pilastri semplici e cerchiati, di solai. Le verifiche in condizioni di esercizio ed ultime. La fessurazione. L'aderenza delle barre metalliche. Il taglio: progetto e verifica. La precompressione nelle travi inflesse: tecnologia (cavi aderenti o scorrevoli), le perdite ed il calcolo della sezione per casi fondamentali. Le norme tecniche vigenti.

Testi di Riferimento:

Il testo fondamentale di riferimento del corso è l'opera in tre volumi di

- E.F. Radogna: **“Tecnica delle Costruzioni”**, Editore Masson.

Tutti gli argomenti trattati a lezione, assieme ad altri argomenti complementari, sono raccolti nella dispensa di

- M.Froli : **“Appunti di Tecnica delle Costruzioni”**, Servizio Editoriali Universitario, aggiornata all'inizio di ogni anno accademico.

Gli argomenti di carattere progettuale relativi alla prima parte del programma sono raccolti nella pubblicazione

- M.Sassu : **“Introduzione al progetto di costruzioni intelaiate”**, Editore T.E.P. Pisa, 2002.

Una raccolta di elaborati grafici eseguiti da studenti degli anni passati ed attinenti temi progettuali tipici è stata curata da

- M.Froli nelle: **“Tavole di Tecnica delle Costruzioni”**, Servizio Editoriali Universitario, anch'essa aggiornata con cadenza annuale.

Modalità di svolgimento degli esami:

- L'esame consiste in una discussione orale durante la quale l'allievo sarà interrogato sui vari argomenti di teoria e tecnica delle strutture civili esposti durante il corso.
- L'allievo è ammesso alla prova orale solo se il tutore giudica concluso il lavoro di elaborazione dei temi progettuali.
- Il tutore, con l'avallo del titolare del corso, esprime un giudizio sulla preparazione raggiunta dall'allievo, gli attribuisce una classe di merito (A,B,C,D) per l'ammissione all'orale.
- Il giudizio viene trascritto sugli elaborati grafici e sulla relazione di calcolo con data e firma del tutore.
- Il giudizio di ammissione non è soggetto a modifiche o a decadenza e concorre, assieme al voto conseguito durante la prova orale, alla definizione del voto finale.

IDROLOGIA (1 ann.)

Docente: Carlo Viti

Propedeuticità: Idraulica

Obiettivi: Il corso si propone di fornire la descrizione delle caratteristiche generali del ciclo idrologico naturale, dei principali fenomeni idrologici che hanno luogo nel bacino idrografico, della esecuzione delle misure delle diverse grandezze idrologiche e relative elaborazioni. Il corso si propone, inoltre, di fornire strumenti operativi direttamente utilizzabili nelle applicazioni tecniche.

Programma di massima:

- CENNI DI METEOROLOGIA
- IL CICLO IDROLOGICO NATURALE
- LE OSSERVAZIONI IDROLOGICHE
- ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI IDROLOGICI
- IL BACINO IDROGRAFICO
- PROCEDURE PER IL CALCOLO DELL'AFFLUSSO METEORICO
- LE PERDITE DI BACINO E LA STIMA DELLA PIOGGIA NETTA
- L'EVENTO DI PROGETTO
- LA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

Testi di Riferimento:

- U. Moisello “ **Idrologia tecnica** “ La Goliardica Pavese
- U. Moisello “ **Grandezze e fenomeni idrologici** “ La Goliardica Pavese
- U. Maione “ **Elementi di statistica per l'idrologia** “ La Goliardica Pavese
- V. T. Chow, D.R. Maidment, L.W. Mays – “ **Applied hydrology**” Mc Graw-Hill Book Company

Modalità di svolgimento degli esami:

- Esame orale

GEOFISICA APPLICATA (1 ann.)

Docente: Mario Marchisio

Propedeuticità: nessuna

Il Corso di **Geofisica Applicata** per **Ingegneria Civile** si articola in due parti:

0. Le metodologie geofisiche di indagine del sottosuolo con particolare riferimento alle tecniche ad alta risoluzione per le problematiche dell'Ingegneria (tracciati e fondazioni, frane e stabilità dei pendii, problemi ambientali, ecc.)
1. L'applicazione di tecniche di origine geofisiche alla diagnostica non pervasiva sulle strutture murarie

Programma di massima:

Prima parte:

- CLASSIFICAZIONE DEI METODI GEOFISICI DI INDAGINE DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI DI BASE DI FATTIBILITÀ.
- METODI SISMICI: propagazione delle onde sismiche in mezzi elastici ed anelastici, prospezioni sismiche a rifrazione: principi del metodo, modalità operative e di interpretazione, prospezioni con onde dirette: tecniche di "geotecnica dinamica": down-hole e up-hole; cross-hole. Tecniche di tomografia sismica: basi della metodologia. Tecniche di trattamento dei dati e di ricostruzione di immagine. Il sondaggio sismico tomografico SST e sue applicazioni in particolari situazioni, p.e. allo studio di frane. Cenni sulla sismica a riflessione ad alta risoluzione.
- METODI GEOELETRICI: le proprietà elettriche delle rocce: meccanismi di conduzione elettrica nei minerali e nelle rocce; resistività delle acque interstiziali; resistività delle rocce porose in presenza d'acqua. I sondaggi elettrici verticali: base del metodo e tecniche di esecuzione; curve di sondaggio; inversione dei dati e loro interpretazione. Impostazione di una campagna geoelettrica: profondità di indagine, risoluzione orizzontale e verticale; presentazione dei risultati: elettrostratigrafie e mappe iso-resistive. Profili geoelettrici orizzontali: base del metodo; tecniche operative; interpretazione qualitativa e quantitativa. Diagrafie elettriche (pseudosezioni) e tomografie geoelettriche. Il metodo di polarizzazione indotta e metodi elettromagnetici ad induzione: applicazioni allo studio di fenomeni di inquinamento. Applicazioni a problemi di geofisica ambientale: indagini su discariche, inquinamento in falda, ingressioni di acque marine, ecc.

Seconda parte:

- L'APPLICAZIONE DI TECNICHE MICROSISMICHE ALLO STUDIO DELLE STRUTTURE MURARIE: problemi tecnici per l'esecuzione di misure su piccola scala: sorgenti e sensori. Modalità operative: profili superficiali, tomografie per trasparenza ed in foro (SST). Interpretazione dei risultati: velocità sismiche, moduli elastici dinamici e statici.
- TOMOGRAFIE ELETTRICHE SU STRUTTURE MURARIE: problematiche strumentali e tecniche di acquisizione applicazioni: l'individuazione di presenza di umidità, variazioni costruttive.
- INDAGINI CON IL GEORADAR: principi di funzionamento del Georadar. Profondità di indagine e potere risolutivo. Indagini sul sottosuolo per esempio, per l'individuazione di resti archeologici, sotto le pavimentazioni e su strutture murarie.
- Esercitazioni in campagna ed interpretazione di dati geofisici.

Testi di riferimento:

- Telford, Geldart, Sheriff e Keys: **Applied Geophysics**. Cambridge University Press.

Modalità d'esame:

- L'esame consiste in una prova orale.

TECNICA URBANISTICA (1 ann.)

Docente : Silvana Lombardo

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: Fornire i concetti, gli strumenti e le tecniche di base per la lettura e l'interpretazione, nonché per il controllo

e la gestione della città e del territorio alla scala comunale. Fornire i concetti, gli strumenti e le tecniche sia tradizionali sia innovative per la simulazione e la valutazione dello stato di fatto e degli effetti di interventi alla scala di area vasta.

Programma di massima:

- **INTRODUZIONE AL CORSO:** quadro di riferimento, fondato sulle strutture logiche e lessicali dell'analisi dei sistemi, all'interno delle quali vengono sviluppati concetti quali quelli di funzione, localizzazione, forma e le loro relazioni.
- **STRUMENTI NORMATIVI:** legge urbanistica, Piano Regolatore Generale, Piani Particolareggiati, Piani Territoriali di Coordinamento, Piani Paesistici etc.
- **L'INFORMAZIONE E LE SUE FONTI ALLE DIVERSE SCALE:** cartografia. Tecniche di estrazione delle informazioni da cartografia.
- **METODI DI ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DELL'INFORMAZIONE:** dati statistici, indici, indicatori, proiezioni e previsioni.
- **PIANI DI ZONA:** analisi e progetto di un piano di zona
- **CENNI SUI FONDAMENTI INTERPRETATIVI DELL'ORGANIZZAZIONE TERRITORIALE:** strumenti modellistici classici per il controllo dei sistemi urbani e territoriali. I modelli di interazione spaziale come modelli di localizzazione. La teoria della base economica urbana e il ciclo lowryano. Indicatori di performance per la valutazione.
- **L'USO DI TECNICHE GIS COME SUPPORTO ALL'ANALISI E ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO.**

Testi di Riferimento:

- J. B. McLoughlin, **La pianificazione urbana e regionale**, Marsilio, 1973
- G. Colombo, F. Pagano, M. Rossetti, **Manuale di Urbanistica**, Pirola ed., 1996
- R. Camagni, **Economia urbana: principi e modelli teorici**, Carocci 1998
- E. Scandurra, **Tecniche Urbanistiche e pianificazione del territorio**, CLUP 1987
- Dispense fornite dal corso

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale previa approvazione del lavoro applicativo eseguito durante l'anno.

TEORIA DELLE STRUTTURE (1 ann.)

Docente: Francesco Cafarella

Propedeuticità: “Scienza delle Costruzioni”

Obiettivi: presentare lo stato attuale delle tecniche di calcolo, in campo elastico lineare, delle travi e dei continui resistenti bidimensionali piani; formare la mentalità ingegneristica necessaria all'analisi di un problema strutturale, all'esame critico dei modelli di comportamento e all'utilizzazione dei programmi di calcolo strutturale automatico.

Programma di massima:

- **LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE:** analisi e sintesi. Carattere convenzionale dei calcoli statici. Schematizzazione, modellazione, scelta della procedura di calcolo. L'affidabilità strutturale.

- GLI EDIFICI MULTIPIANO: caratteristiche essenziali degli edifici con struttura portante in c.a. e con struttura portante in acciaio. Azioni e loro combinazioni. Le linee d'influenza delle sollecitazioni: il teorema di Land. Le strutture di controventamento: concezioni e criteri di proporzionamento; l'analisi pseudo-spaziale.
- IL METODO DEGLI SPOSTAMENTI: concetto di rigidità. Il teorema di equivalenza. Il calcolo strutturale matriciale. Telai piani: matrice delle rigidità dell'asta singola; trasformazione di coordinate; assemblaggio delle matrici elementari: matrice delle rigidità della struttura; trattazione delle condizioni di vincolo e delle sconnessioni interne. Travature reticolari; grigliati piani; telai spaziali. Casi in cui si trascuri la deformabilità estensionale: equazione delle cinque rotazioni e equazioni di Gehler. Il calcolo dei telai piani con metodi iterativi: l'algoritmo di Kani. La risoluzione dei sistemi delle equazioni di equilibrio nell'analisi statica. Il calcolo automatico delle travature su elaboratore elettronico: studio di algoritmi per travature reticolari e telai piani.
- PROBLEMI PIANI DELL'ELASTICITÀ LINEARE: le equazioni dell'elasticità lineare: le equazioni di Navier e le equazioni di Beltrami-Michell. Stati piani di deformazione. Stati piani generalizzati di tensione. La funzione degli sforzi. Risoluzione alle differenze finite. Discretizzazione in elementi finiti: matrici caratteristiche degli elementi. Cenni sulla statica delle travi parete.
- LA LASTRA SOTTILE INFLESSA: ipotesi semplificative e deduzioni dell'equazione di Lagrange-Kirchhoff. Analisi delle condizioni al contorno. Cenni sulle piastre ortotrope. Metodi classici di risoluzione. Metodi alle differenze finite. Discretizzazione in elementi finiti.
- STABILITÀ DELL'EQUILIBRIO ELASTICO: impostazione generale del problema. L'instabilità elastica dei telai piani.

Testi di riferimento:

- Belluzzi O.: **Scienza delle Costruzioni**, Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1956. (Vol. II).
- Pozzati P.: **Teoria e Tecnica delle Strutture**, UTET, Torino, 1972-77. (Voll. 1, 2*, 2**).
- Timoschenko S.P., Goodier J.N.: **Theory of Elasticity**, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1951.
- Timoschenko S.P., Woinowsky-Krieger S.: **Theory of Plates and Shells**, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1959.
- Sokolnikoff I.S.: **Mathematical Theory of Elasticity**, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1956.
- Capurso M.: **Introduzione al calcolo automatico delle strutture**, Edizioni Scientifiche Cremonese, Roma, 1977.
- Livesley R.K.: **Matrix Methods of Structural Analysis**, Pergamon Press, Oxford, 1975.
- Brebbia C.A., Connor J.J.: **Fondamenti del metodo degli elementi finiti**, CLUP, Milano, 1978.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova ex-tempore di risoluzione e discussione di semplici schemi strutturali. Accertamento della conoscenza, da parte del candidato, degli argomenti del programma e, in generale, dell'acquisizione di un inquadramento intellettuale dei problemi di analisi delle strutture.

ECONOMIA ED ESTIMO CIVILE (1 ann.)

Docente: Massimo Rovai, Vittorio Tellarini

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: il corso si propone di fornire, a livello generale, gli elementi di base per interpretare i comportamenti degli agenti economici ed a livello operativo, gli elementi per interpretare ed analizzare un bilancio di esercizio, gli strumenti per valutare gli investimenti. Con il secondo modulo si approfondiscono gli aspetti relativi all'organizzazione e gestione dell'impresa edile. La parte di estimo servirà per acquisire la logica del criterio estimativo con particolare riguardo alle tecniche di valutazione qualitativa e di stima dei costi delle opere edilizie, dei danni e degli interventi urbanistici e infrastrutturali urbani.

Moduli del corso: Economia ed Estimo Civile I°, Economia ed Estimo Civile II°

Programma di massima:

Economia ed Estimo civile I°

- **INTRODUZIONE AL CORSO:** Che cos'è l'economia. L'economia come scienza. Gli strumenti utilizzati per lo studio dell'economia. La definizione di bene economico ed i tipi di beni
- **GENERALITÀ SUL MERCATO.** L'equilibrio di mercato. La domanda e l'offerta. L'elasticità: significato e modalità di individuazione. Le forme di mercato.
- **LA TEORIA DEL CONSUMATORE:** La teoria dell'utilità e la derivazione delle curve di domanda. Critiche alla teoria dell'utilità ed approcci alternativi.
- **LA TEORIA DELLA PRODUZIONE E DEI COSTI:** La funzione di produzione. Fattori variabili e fattori fissi. La funzione di produzione a coefficienti fissi. I costi di produzione e loro analisi nel breve e lungo periodo.
- **ECONOMIA AZIENDALE** La contabilità e il bilancio dell'impresa edile. Criteri di scelta degli investimenti.
- **ELEMENTI DI MATEMATICA FINANZIARIA**
- **ESTIMO CIVILE:** . I fabbricati. Stima dei fabbricati civili, rurali e industriali. Stima delle aree fabbricabili.
- **ESTIMO LEGALE:** Stima dei danni. Stima delle indennità nelle espropriazioni per pubblica utilità.
- **IL CATASTO:** Catasto terreni. Catasto dei fabbricati..

Economia ed Estimo civile II°

- **ECONOMIA AZIENDALE:** La gestione dell'impresa edile. Il computo metrico-estimativo.
- **ESTIMO LEGALE** Stima delle servitù prediali. Stime relative al diritto di usufrutto
- **ESTIMO TERRITORIALE E AMBIENTALE:** Cenni di economia ambientale. La valutazione dei beni ambientali. La valutazione di impatto ambientale.
- **ESERCIZIO PROFESSIONALE:** La consulenza tecnica di ufficio e la consulenza tecnica di parte. Il contratto di appalto. La direzione dei lavori: responsabilità generali e penali.
- **IL CATASTO:** Catasto terreni. Catasto dei fabbricati.

Testi di riferimento:

- Franchi D., Ragagnin G.C.: **Economia ed Estimo.** Ed. Bulgarini. Firenze. 1997.
- Grillenzoni M., Grittani G.: **Estimo: teoria, procedure di valutazione e casi applicativi.** Edagricole. Bologna. 1994.

Testi da consultare:

- Samuelson P.A., Nordhaus W.D.: **Economia.** Ed. Zanichelli. Bologna. 1993.
- Polelli M.: **Trattato di Estimo** Ed. Maggioli. 1996.
- Propersi A.: **Le imprese edili.** Ed. Il Sole 24 Ore. Milano. 1997.

Modalità di svolgimento degli esami:

- prove "in itinere" i cui tempi e contenuti saranno indicati durante il corso con congruo anticipo e colloquio finale per la discussione dei risultati delle prove;
- in alternativa, un'unica prova scritta od orale sui contenuti di entrambi i moduli.

DISCIPLINA GIURIDICA DELLE ATTIVITA' TECNICO-INGEGNERISTICHE (1 ann.)

Docente: Raffaello Cecchetti

Propedeuticità: nessuna

Obiettivi: Il ciclo di lezioni risponde alla duplice esigenza di fornire da un lato una base comune di nozioni giuridiche, in veste di introduzione, per studenti di diverse provenienze di studi di scuole secondarie superiori, dall'altro lato di finalizzare per quanto possibile, tale voluta base comune al conseguimento di una preparazione più specifica , legata all'attività professionale del futuro laureato .

Programma di massima:

Il programma del corso è sostanzialmente strutturato nel ciclo di lezioni tradizionali (non meno di 50 ore), ma prevede anche la possibilità di ricorrere ad esercitazioni scritte le quali costituiscono pure verifiche *in itinere* della preparazione.

- GENERALITA' ED ATTIVITA' EDILIZIA

1) Concetto e partizione del diritto. Fonti del diritto. Diritto e sanzione penale, amministrativa, civile. Diritti assoluti, reali e relativi. Il rapporto giuridico.

2) I soggetti .Persone fisiche e persone giuridiche. L' imprenditore. e l'azienda . L' artigiano. Le società. Consorzi, le società di ingegneria ed i raggruppamenti temporanei di imprese. Il contratto in generale. Contratto di Lavoro autonomo, lavoro subordinato, contratto d'opera , contratto di appalto. . L'art. 41 Cost.

- LA PROPRIETA' PRIVATA

3) I diritti reali e la proprietà privata, in genere ed immobiliare. La sua configurazione nel Codice Civile e nella Costituzione. Limiti interni ed esterni. La proprietà rurale e la proprietà edilizia. Le distanze fra costruzioni. La circolazione giuridica della proprietà immobiliare: compravendita. La vendita di cosa futura. Catasto e trascrizione. Comunione e condominio. Le pertinenze; parcheggi pubblici e privati.

4) Tutela del paesaggio e dei beni culturali (art. 9 Cost.). Tutela dell'ambiente (art. 174, ex 130 R. Comunità Europea). Tutela della proprietà ed espropriazione (art. 42 Cost.). il T.U. dell'Espropriazione DPR 8.6.2001 n.327).

- BENI

5) I Beni. Distinzione dei beni. Beni pubblici e privati. Beni demaniali e patrimoniali. Demanio necessario ed eventuale. Patrimonio disponibile e indisponibile disposizioni in materia del Codice Civile (art. 822 e ss) e delle leggi speciali, in particolare le strade e le acque.

- DIRITTO URBANISTICO

6) Sviluppo storico, pianificazione urbanistica, piano regolatore generale, programma di fabbricazione. Piani particolareggiati e piano di lottizzazione, misure di salvaguardia, regolamento edilizio. Piano strutturale.

La pianificazione urbanistica speciale: piani do zona per l'edilizia economica e popolare; piano di recupero; piano degli insediamenti produttivi.

Licenza, concessione edilizia e permesso di costruire. Abusivismo e regime sanzionatorio. Concessione in sanatoria e condono edilizio. Nuova disciplina di cui al DPR 6 Giugno 2001 n.380 (T.U. dell'Edilizia). La responsabilità della P.A. per lesione di interessi legittimi

- LE OPERE PUBBLICHE

7) L'appalto privato e pubblico. La normativa interna e comunitaria sugli appalti di opere pubbliche.

8) Principi generali dell'azione amministrativa in materia di opere pubbliche . Gare ad evidenza pubblica. La trattativa privata. La concessione di opere pubbliche

Fasi di attuazione delle opere pubbliche: 1) la deliberazione; 2) la progettazione; 3) la scelta del contraente privato; 4) La realizzazione. La programmazione delle opere pubbliche. L'inserimento nel programma quale presupposto della deliberazione di realizzare l'opera pubblica, i problemi inerenti alla progettazione e responsabilità del progettista. I problemi inerenti alla esecuzione, il subappalto. La direzione dei lavori, collaudo. Il Project Finacing (cenni).

9) Le controversie in materia di appalto di opere pubbliche.

- LA SICUREZZA

10) Il sistema della normativa della sicurezza; di prevenzione ed anti infortunistica.

La certificazione e l'analisi di conformità.

- LA RESPONSABILITA'

11) Responsabilità contrattuale e responsabilità extra contrattuale Il sistema delle responsabilità professionali dell'ingegnere.

- I DIRITTI REALI MINORI: Nozione e caratteristiche: Enfiteusi, superficie, servitù, usufrutto. Le azioni a difesa della proprietà e degli altri diritti reali.
- IL POSSESSO E LA DETENZIONE: Struttura, vicende ed azioni a tutela
- I DIRITTI REALI DI GARANZIA: L'ipoteca. Costituzione ed iscrizione dell'ipoteca
- I BENI DI INTERESSE STORICO, ARTISTICO ED ARCHEOLOGICO: La legge 1089 e 1939 e successiva evoluzione

- **IL RAPPORTO GIURIDICO E L'OBBLIGAZIONE:** Fonti delle obbligazioni. Inadempimento e responsabilità contrattuale, cause di estinzione dell'obbligazione, modificazioni soggettive del rapporto obbligatorio, azione a tutela del credito, garanzie del credito. Negozio giuridico e contratto: struttura ed elementi, invalidità, risoluzione.
- **DEI SINGOLI CONTRATTI:** Vendita, appalto e mutuo. Le garanzie della vendita e nell'appalto. La divisione.
- **GLI ALTRI CONTRATTI DI ALIENAZIONE:** Somministrazione, contratto estimatorio, franchising, factoring.
- **GLI ALTRI CONTRATTI DI UTILIZZAZIONE:** Locazione, leasing, contratti agrari, comodato
- **GLI ALTRI CONTRATTI DI PRESTAZIONE D'OPERA O DI SERVIZIO:** trasporto, mandato, agenzia, mediazione
- **I CONTRATTI DI ASSICURAZIONE:** I contratti per la risoluzione di controversie: transazione, clausola arbitrale.
- **CAMBIALE ED ASSEGNO (cenni):** Impresa ed Azienda: nozioni generali. Le società: nozioni, di persone e di capitali

- **Esercitazioni:**

Sono previste, di norma, due esercitazioni scritte/verifiche su parti distinte del corso e visite presso gli uffici urbanistici di alcune EE.LL.

Testi di riferimento:

Oltre alla consultazione del Codice Civile e delle altre leggi speciali richiamate, si può far riferimento ai seguenti testi:

- Zatti - Colussi; **Lineamenti di Diritto Privato**, ed. CEDAM, Padova;
- Salvia - Teresi, **Diritto Urbanistico**, ed CEDAM, Padova;
- Biagetti - D'Ottavi - Mastropasqua, **I Lavori Pubblici nella normativa vigente**, ed. GIAPPICHELLI, Torino.

- Ulteriori testi potranno essere indicati durante le lezioni.

Modalità di svolgimento degli esami:

- L'esame si svolge nella forme tradizionali dell'interrogazione orale, in questa sede si può anche tener conto delle verifiche scritte effettuate *in itinere*.
- Iscrizione sui moduli presso il Dipartimento di Vie e Trasporti.

IDRAULICA MARITTIMA (1 ann.)
Docente : Valerio Milano

Propedeuticità: Idraulica

Obiettivi: fornire le conoscenze di base necessarie per avviare l'allievo alla progettazione delle opere portuali e di difesa dei litorali.

Programma di massima:

- NOZIONI GENERALI DI IDRAULICA MARITTIMA E COSTIERA

- I PORTI, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA PROGETTAZIONE DEI MOLI E DELLE ALTRE OPERE A MARE
- STUDIO DELL'EQUILIBRIO DEI LITORALI
- GLI INTERVENTI DI DIFESA DEI LITORALI
- I MODELLI FLUVIALI E MARITTIMI A FONDO FISSO E A FONDO MOBILE

Testi di Riferimento:

- U. Tomasicchio: **Manuale di Ingegneria Portuale e costiera**. Ed. Bios, Cosenza, 1998
- P. Boccotti: **Idraulica Marittima**. Ed. UTET, Torino, 1997.
- Shore Protection Manual, **U.S. Army Coastal Engineering Research Center**, ediz. 1973 e seguenti.
- Noli, Costruzioni Marittime, **La Goliardica Editrice**, Roma, 1979.
- **Opere esterne di difesa dei porti**, Esa Editrice, Roma, 1980.
- G. Berriolo e G. Spirito: **Spiagge e Porti turistici**, Ed. U. Hoepli, Milano, 1972.
- L. Franco, R. Marconi: **Porti turistici**. Ed. Maggioli, 1996 e seguenti.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale. Non è richiesta alcuna iscrizione anticipata.

IDRODINAMICA (1 ann.)

Docente : Enzo Buffoni

Propedeuticità: Idraulica

Obiettivi: Aumento delle conoscenze di base in idraulica.

Programma di massima:

- MISURE IDRAULICHE
- IDRODINAMICA DEL FLUIDO IDEALE

- FLUIDI REALI, TURBOLENZA
- CENNI MACCHINE IDRAULICHE

Testi di riferimento:

- E. Buffoni **Lezioni di Idrodinamica**

Modalità di svolgimento degli esami:

- esame orale

INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE (1ann.)

Docente: Renato Iannelli

Propedeuticità: idraulica

Obiettivi: Il Corso di Ingegneria Sanitaria-Ambientale esamina i meccanismi di formazione dei fenomeni d'inquinamento dei vari comparti ambientali ed i possibili strumenti d'intervento per la loro riduzione.

Il corso è diretto a fornire agli allievi ingegneri civili gli elementi fondamentali per l'analisi dei processi di inquinamento e per la valutazione critica delle possibili opere di disinquinamento.

Programma di massima:

- Caratterizzazione qualitativa delle acque - Il ciclo dell'acqua. Le modificazioni indotte dalle attività antropiche. I parametri di misura della qualità e del carico inquinante delle acque.
- Inquinamento delle acque naturali - Caratteristiche dei corpi ricettori nei riguardi dei fenomeni di inquinamento: corsi d'acqua superficiali; bacini a debole ricambio; acque di falda; mare; suolo. Bilancio di ossigeno nei corpi idrici ed autodepurazione. Eutrofia dei

bacini a debole ricambio: generalità, indicatori di stato trofico, metodi di previsione dello stato trofico, tecniche di risanamento.

- Trattamento delle acque reflue civili- Definizioni. Campionamento. Caratteristiche delle acque reflue. Impostazione del ciclo di trattamento. Grigliatura. Stacciatura. Dissabbiatura. Disoleatura. Sedimentazione: teoria; tipologie e criteri di dimensionamento. Trattamenti biologici: principi di microbiologia e biochimica; processi aerobici e anaerobici; crescita batterica e rimozione del substrato; idrodinamica dei reattori; reattori biologici con e senza ricircolo cellulare. Processi a fanghi attivi: carico del fango e carico volumetrico, età del fango; calcolo del volume dei reattori, della portata di ricircolo e del fabbisogno di ossigeno; sistemi di aerazione; calcolo della capacità di ossigenazione. Stagni biologici e trattamenti naturali. Letti percolatori. Biodischi. Trattamento dei fanghi: digestione aerobica e anaerobica; tipologie e criteri di dimensionamento; produzione e recupero del biogas. Ispessimento. Disidratazione dei fanghi: letti di essiccamento; disidratazione meccanica; condizionamento. Smaltimento finale dei fanghi. Rimozione biologica dell'azoto. Rimozione chimica e biologica del fosforo. Disinfezione. Schemi di trattamento per piccole comunità e vasche Imhoff. Normativa.
- Trattamento delle acque primarie e delle acque industriali – Caratteristiche e schemi di trattamento in funzione della fonte di approvvigionamento e degli usi previsti. Chiariflocculazione: teoria, tipologie d'impianto e dimensionamento. Filtrazione: teoria; tipologie d'impianto e dimensionamento. Disinfezione: metodi fisici e chimici. Adsorbimento: teoria, tipologie d'impianto e dimensionamento. Cenni ad altri processi di trattamento: controllo del pH, precipitazione chimica, processi a scambio ionico, processi a membrana, processi di ossidazione e riduzione chimica.
Trattamento dei fanghi. Normativa.
- Gestione dei rifiuti solidi - Classificazione dei rifiuti solidi. Composizione, campionamento e analisi. Produzione dei RSU. Conferimento. Raccolta. Raccolta differenziata. Trasporto. Stazioni di trasferimento. Discariche controllate: processi biochimici; percolato; biogas. Trattamenti termici: incenerimento; tipologie di impianto; recuperi energetici; caratterizzazione e controllo dei residui solidi e degli effluenti gassosi; cenni su pirolisi e gassificazione. Impianti di selezione e recupero: produzione del compost e del combustibile derivato dai rifiuti (RDF); quantità, qualità e possibilità di utilizzo dei prodotti di recupero. Normativa.
- Inquinamento atmosferico e tecniche di trattamento - Principali inquinanti prodotti nei processi di trattamento termico dei rifiuti. Tecniche di controllo delle emissioni: rimozione degli inquinanti in forma particolata e gassosa.
- Esercitazioni: vengono elaborate due esercitazioni delineate a livello di progetto di massima: il progetto di una rete fognaria e il progetto di un impianto di depurazione.

Testi consigliati:

- Dispense e materiale bibliografico sono distribuiti durante il corso sotto forma di CD-Rom. Per maggiori approfondimenti, si suggerisce la consultazione dei seguenti testi:
- L. Masotti: "**Depurazione delle acque**", ed. Calderini, Bologna, 1987
- Metcalf & Eddy: "**Wastewater engineering: treatment, disposal, reuse**", ed. McGraw-Hill, N.Y., 1991
- R. Vismara: "**Depurazione biologica**", ed. Hoepli, Milano, 1982
- Degremont: "**Memento Technique de l'Eau**" - ed. Degremont, Paris, 1989
- J.M. Montgomery: "**Water treatment, principles and design**", ed. J.Wiley and sons, N.Y., 1985

- G. Tchobanoglous, H. Theisen, S.A. Vigil: "**Integrated solid waste management**", ed. McGraw-Hill, 1993
- G. d'Antonio: "**Trattamento dei rifiuti solidi urbani**", ed. Maggioli, 1997

Modalità di esame:

- L'esame prevede la sola prova orale, nella quale si discutono anche i contenuti dei progetti redatti durante le Esercitazioni.

PROTEZIONE IDRAULICA DEL TERRITORIO (1ann.)

Docente : Stefano Pagliara

Propedeuticità: Idraulica, (Idrologia, Costruzioni Idrauliche).

Obiettivi: Il corso fornisce gli strumenti necessari per un'analisi avanzata dei problemi di ingegneria civile ed ambientale riguardanti, in particolare, l'idraulica fluviale e la difesa delle coste.

Programma di massima:

- ASPETTI AVANZATI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA
- LE DIGHE DI SBARRAMENTO
- ASPETTI QUALI-QUANTITATIVI NEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO
- DINAMICA E PROTEZIONE DEI LITORALI

- PROTEZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Testi di Riferimento:

- Dispense rese disponibili su Internet e pubblicazione SEU

Modalità di svolgimento degli esami:

- Orale

SPERIMENTAZIONE, COLLAUDO E CONTROLLO DELLE COSTRUZIONI (1 ann.)

Docente : Natale Gucci

Propedeuticità: Tecnica delle costruzioni

Obiettivi: le conoscenze in tema di tecniche per la sperimentazione delle costruzioni (attinenti agli aspetti statici e sismoresistenti) e in tema di costruzioni murarie (anche con membrature di legno) vengono aggiunte alle conoscenze già acquisite in altri corsi, per l'analisi delle costruzioni esistenti. Ciò a scopo di collaudo di costruzioni nuove o di diagnosi della sicurezza statica dell'esistente, con particolare riferimento all'edilizia storica e monumentale. Successivamente vengono illustrati i criteri per i consolidamenti e le tecniche principali per realizzarli. In sintesi, l'obiettivo del corso non è soltanto quello di fornire nuove conoscenze, ma anche quello di indirizzare verso un uso corretto, nella pratica dell'ingegneria, di quelle che già gli allievi possiedono.

Programma di massima:

LEZIONI

- **PRINCIPALI TECNICHE PER LA SPERIMENTAZIONE DELLE STRUTTURE NELLE COSTRUZIONI:** la sperimentazione fra approcci teorici e progettazione. Richiami di metrologia. Misure di dilatazioni (estensimetria): meccanica - elettrica a resistenza - elettrica a induttanza. Misure di inflessioni. Metodi di valutazione a pieno campo (fondamenti e campi di impiego): fotoelasticimetria - moirè - lacche fragili - termografia - metodi geofisici (georadar, geoelettrica, microsismica).

- **MACCHINE DI LABORATORIO:** trazione e compressione. Banchi per prove dinamiche. Rilassamento.
- **CONTROLLI NON DISTRUTTIVI:** calcestruzzi. Saldature (cenni). Misure di tiro nelle catene.
- **COLLAUDO STATICO:** legge 1086/71. Criteri e fasi. Prove di carico.
- **STRUTTURE TRADIZIONALI DI LEGNO:** il materiale legno. Gli orizzontamenti e le coperture. Cause di degrado e diagnostica. Analisi statiche. Tecniche di rinforzo.
- **STRUTTURE DI C.A.:** cause di degrado. Tecniche di ripristino. Interventi di rinforzo.
- **MURATURE:** blocchi, malte, tecniche esecutive storiche. Concezione degli edifici. Cause di degrado. Principi basilari per il conferimento di sismoresistenza all'esistente. Modellazione del funzionamento statico. Approcci di calcolo semplificato e ordinario. Tecniche specifiche per la diagnostica. Analisi dinamiche del degrado. Concetti informativi per gli interventi negli edifici storici e monumentali. Criteri e tecniche di consolidamento.

ESERCITAZIONI

- **LABORATORIO** (Laboratorio per le Esperienze dei Materiali da Costruzione): applicazioni pratiche delle misure estensimetriche e di inflessione. Prove standard sui calcestruzzi e sugli acciai. Controlli per la diagnostica delle murature.
- **ESEMPI DI INTERVENTI** (in aula)

Consolidamenti e recuperi statici nel campo dell'edilizia storica e monumentale.

Testi di Riferimento:

- Stante la varietà degli argomenti e il rapido evolversi degli stati dell'arte trattati, non vengono adottati testi, ma fornite volta a volta le necessarie documentazioni con eventuali riferimenti bibliografici.

Modalità di svolgimento degli esami:

- esame orale

TEORIA E PROGETTO DEI PONTI (1 ann.)

Docente : Raffaello Bartelletti

Propedeuticità: Tecnica delle Costruzioni

Obiettivi: Fornire la preparazione necessaria per la progettazione di ponti di importanza corrente

Programma di massima:

- GENERALITÀ, CONCEZIONE GENERALE, COLLOCAZIONE, EVOLUZIONE STORICA
- AZIONI SUI PONTI, LINEE DI INFLUENZA, VERIFICHE
- I PONTI AD ARCO, I SISTEMI COMBINATI ARCO TRAVE, GLI ARCHI TELAIO
- I PONTI A TRAVATA, TRAVI RETICOLARI METALLICHE, IMPALCATI A CASSONE IN ACCIAIO E C.A.P., I SISTEMI MISTI IN ACCIAIO CALCESTRUZZO, PILE E SPALLE

Testi di Riferimento:

- Albenga G.: **I ponti**, UTET, Torino, 1953-58
- Petrangeli M.: **Progettazione e costruzione di Ponti**, Masson, Milano, 1997
- Leonhardt F.: **c.a.& c.a.p. calcolo di progetto e tecniche costruttive**, Edizioni Tecniche, Milano, 1980 Vol. VI: I Ponti
- Menn Ch.: **Prestressed Concrete Bridges**, Birkhausen Verlag AG, Basel, 1990
- Grattesat G.: **Conception des Ponts**, Eyrolles, Paris, 1978
- Calgaro J.A., Virlogeux M.: **Projet et Construction des Ponts**, Ponts et chaussées, Paris, 1988
- Leonhardt F.: **Brucken Bridges**, **The Architectural Press**, London, 1982
- Wittfhot H.: **Building Bridges**, Beton-Verlag, Dusseldorf, 1984

Modalità di svolgimento degli esami:

- L'esame consiste nella discussione degli elaborati di progetto sviluppati dal candidato nel corso delle esercitazioni e nell'accertamento della conoscenza degli argomenti del programma e della padronanza delle nozioni scientifiche e tecniche necessarie per la risoluzione dei problemi progettuali affrontati.

COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI (1 ann.)

Docente: Fausto Lancieri

Propedeuticità: Fondamenti di Infrastrutture Viarie.

Obiettivi: Fornire le conoscenze, i criteri e gli strumenti necessari per la corretta realizzazione delle infrastrutture stradali, ferroviarie, interportuali e aeroportuali, attraverso la trattazione del comportamento meccanico dei materiali, delle stabilità del corpo viario, del dimensionamento delle sovrastrutture. Fornire specifiche conoscenze relativamente alle sperimentazioni sui materiali stradali, tramite l'analisi delle relative Norme tecniche italiane ed estere, l'esecuzione assistita presso il Laboratorio Sperimentale Stradale e in sito delle principali prove di qualificazione di accettazione e di controllo. Fornire conoscenze di base e specialistiche per la razionale pianificazione della manutenzione stradale e per la sicurezza della circolazione stradale.

Programma di massima:

1^a Parte

- ELEMENTI DI GEOMETRIA DEL CORPO STRADALE
- COSTRUZIONE DEL CORPO STRADALE: il terreno di sedime - rilevati: stabilità, previsione dei cedimenti e interventi preventivi e repressivi, tecniche di risanamento - materiali costituenti, procedimenti costruttivi e controlli - trincee: stabilità, procedimenti e tecniche costruttive, tipologia degli interventi e delle opere di sostegno delle scarpate.

- **COSTRUZIONE DEI SOTTOFONDI:** definizioni - fasi costitutive dei terreni e influenza dell'acqua - criteri e metodi per la valutazione della portanza e scelta dei parametri rappresentativi - protezione dall'acqua e interventi di risanamento.
- **SOVRASTRUTTURE STRADALI:** tipi di sovrastrutture: flessibili, semirigide, rigide, a masselli autobloccanti e ad elementi discontinui - analisi dei carichi: spettri, velocità e posizione del traffico di progetto - criteri di scelta dei vari tipi di sovrastrutture - criteri e metodi di dimensionamento e di verifica della durabilità - caratteristiche superficiali - tecniche costruttive - controlli in laboratorio e in sito con attrezzature ad alto rendimento - prove di controllo e collaudo.
- **MATERIALI STRADALI:** tipologia: aggregati, leganti, miscele - principali caratteristiche fisico/meccaniche - Norme tecniche di Capitolato.

2^a Parte

- **TECNOLOGIA DEI MATERIALI STRADALI:** le terre quali materiali da costruzione, inerti lapidei, leganti bituminosi, leganti idraulici, materiali non tradizionali, materiali compositi o miscele - caratteristiche e prove di qualificazione - comportamento rispetto alle sollecitazioni da traffico e alle condizioni ambientali - modelli meccanici e leggi costitutive - caratteristiche prestazionali - parametri rappresentativi e loro valutazione sperimentale - prove di controllo e collaudo.
- **COSTRUZIONE DELLE SOVRASTRUTTURE AEROPORTUALI, INTERPORTUALI, PORTUALI E FERROVIARIE:** i carichi da traffico, materiali costituenti - il dimensionamento - tecniche costruttive - le traverse il ballast e il sottoballast - sovrastrutture per linee ferroviarie ad alta velocità.
- **MANUTENZIONE VIARIA:** acquisizione dei dati: tecniche di rilevamento e di archiviazione - caratteristiche funzionali e strutturali delle pavimentazioni - manutenzione viaria ordinaria e straordinaria - pianificazione e fasi della manutenzione - criteri e tecniche degli interventi manutentori e verifica dell'efficacia degli interventi.
- **SICUREZZA STRADALE:** il concetto di sicurezza - il trinomio strada/uomo/veicolo - aspetti tecnico/economici - criteri e parametri per la valutazione del livello di incidentalità - tipologie dei dispositivi e degli interventi per il miglioramento della sicurezza, loro efficacia e criteri di scelta.

Testi di riferimento:

- P. Ferrari e Franco Giannini, **Ingegneria stradale** – ISEDI, Torino.
- G. Tesoriere, **Strade ferrovie aeroporti** – UTET, Torino.
- C. A. O'Flaherty, **Highway Engineering** – Edward Arnold, London.
- M.G. Lay. **Handbook of road technology** – Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- A. Mazzuccato, **Aspetti geotecnici nella progettazione e nella costruzione dei rilievi stradali e ferroviari** – CISM, Udine.
- U S I R F, **Les Enrobés Bitumiueux Tome 1**, Revue générale des routes et des aérodromes – Paris.
- Alessandro Marradi, **Analisi e rilievi delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali** - Ediz. SEU, Pisa
- E. J. Yoder, **Principles of pavement design** - John Wiley & Sons, New York.
- Norme Tecniche: C.N.R., UNI, CEN, AASHTO, ASTM.
- F. Roberts, et Alii, **Hot Mix Asphalt Materials Design and Construction** – NAPA, Lanham USA.
- K. Atkinson, **Highway maintenance** – Thomas Telford Ltd, London.

Modalità di svolgimento degli esami:

- prova orale con discussione sulle esperienze eseguite e/o osservate presso il Laboratorio.

PROGETTO DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI (1 ann.)

Docente : Mario Tempestini

Propedeuticità: Fondamenti di infrastrutture viarie

Obiettivi: Fornire i necessari strumenti per la redazione del progetto delle infrastrutture viarie ed aeroportuali e per la progettazione delle gallerie, delle opere idrauliche e degli impianti relativi.

Programma di massima:

- FASI DELLA PROGETTAZIONE: il progetto preliminare - definitivo - esecutivo.
- GLI ELABORATI DI PROGETTO. Norme tecnico - amministrative. Gli elaborati progettuali. I documenti tecnico - contabili.
- LA PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI. INTERSEZIONI A RASO. ROTATORIE.
- INTERSEZIONI A LIVELLI SFALSATI.
- QUESTIONI DI CARATTERE TECNICO - ECONOMICO. REDDITIVITÀ DEGLI INVESTIMENTI STRADALI.
- RAPPRESENTAZIONI DEL TERRENO. La cartografia. La scala delle carte topografiche. Le mappe catastali. I rilievi topografici di dettaglio.

- IL TRACCIAMENTO DELL'ASSE STRADALE E DI QUELLO FERROVIARIO. Tracciamento planimetrico della poligonale dell'asse viario, delle curve circolari e di quelle a curvatura variabile. Problemi di tracciamento dell'asse in galleria. Il tracciamento altimetrico.
- IL TRACCIAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELL'ASSE DELLE PISTE DI VOLO (PROFILI ISOMETRICI)
- L'IMPIEGO DELL'ELABORATORE ELETTRONICO.
- IL PROGETTO DEL CANTIERE STRADALE. Organizzazione dei cantieri e dei lavori per la costruzione del corpo stradale. Cenni sulla tecnica reticolare P.E.R.T.. Le macchine per la costruzione del corpo stradale.
- IL PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE A DIFESA DEL CORPO VIARIO E DELLE PISTE DI VOLO. Le cunette e i fossi di guardia. I dispositivi per la raccolta di liquidi inquinanti o nocivi derivanti da sversamenti per incidenti di trasporti a rischio. I drenaggi.
- IL PROGETTO DEGLI IMPIANTI PER LE INFRASTRUTTURE VIARIE. L'armamento e gli impianti ferroviari. Gli impianti di illuminazione stradale. La segnaletica stradale.
- IL PROGETTO DELLE GALLERIE. La progettazione delle gallerie. Destinazione e classificazione. I sistemi di avanzamento nella realizzazione delle gallerie. Gli esplosivi e loro impiego. Macchine e organizzazione del cantiere in sotterraneo. La ventilazione e l'illuminazione delle gallerie.
- Esercitazioni: Progetto di una intersezione stradale a raso e di una intersezione stradale a livelli sfalsati.

Testi di Riferimento:

- P. Ferrari, F. Giannini: **Ingegneria Stradale**. Vol. 1 e 2, ISEDI editore, Torino 1987.
- G. Tesoriere: **Strade, Ferrovie ed Aeroporti**. Vol. 1, 2, e 3, UTET editore, Torino 1990.
- Da Rios: **Progetto di Intersezioni Stradali**. UTET Università editore, 1999.

Modalità di svolgimento degli esami:

- prova orale con discussione sui progetti delle esercitazioni.

TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI (1 ann.)

Docente: Marino Lupi

Propedeuticità: Fondamenti di infrastrutture viarie

Obiettivi: il corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti ha come scopo, principale, quello di dare le conoscenze di base: sulla Meccanica della Locomozione dei veicoli stradali e ferroviari; sulle caratteristiche funzionali fondamentali, e sui principali problemi di progetto, dei sistemi di trasporto: ferroviario, collettivo urbano e suburbano, aereo, delle merci.

Programma di massima:

- *Parte prima:* MECCANICA DELLA LOCOMOZIONE DEI VEICOLI FERROVIARI E STRADALI

Ruota ferroviaria e pneumatico stradale. Resistenze al moto. Resistenze al rotolamento: caso stradale, caso ferroviario; formule pratiche per il calcolo. Resistenza dell'aria: formula per il calcolo, coefficienti di forma. Formule globali pratiche per il calcolo delle resistenze ordinarie nel caso ferroviario. Resistenza dovuta alla pendenza. Resistenza dovuta alle curve. Gradi di prestazione di una linea ferroviaria. Equazione generale del moto: massa equivalente. Il fenomeno dell'aderenza: ruota motrice, ruota portante, ruota frenata. Variazione del coefficiente di aderenza con lo scorrimento: caso ferroviario; caso stradale: superficie asciutta, superficie scivolosa. Valori pratici dell'aderenza nel caso ferroviario

e in quello stradale. Moto in curva dei veicoli stradali e ferroviari: aderenza trasversale e svio; relazione fra velocità, raggio della curva circolare e pendenza trasversale. Formula di Pochet per la condizione di svio. Spazio di frenatura e di arresto nel caso stradale e in quello ferroviario. Peso frenato di un veicolo ferroviario. Caratteristica meccanica di trazione ideale. Curve caratteristiche di trazione di veicoli ferroviari. Trasmissione meccanica in un veicolo con motore a combustione interna: rapporti al cambio. Curve caratteristiche di trazione di veicoli equipaggiati con motore endotermico. Integrazione dell'equazione generale del moto: diagramma di trazione. Fasi del moto: avviamento, regime, lancio, frenatura. Forme del diagramma di trazione: caso triangolare, caso trapezio, caso con fase di lancio.

- **Parte seconda: IL SISTEMA DI TRASPORTO FERROVIARIO**

Generalità sul trasporto ferroviario. Infrastrutture ferroviarie: le linee ferroviarie e le stazioni. Sistemi di controllo della circolazione per una linea ferroviaria: il blocco automatico a correnti codificate delle Ferrovie dello Stato. Capacità di una linea ferroviaria. Sistemi di trazione ferroviaria. Sistemi di frenatura. Veicoli da trasporto ferroviari.

- **Parte terza: IL SISTEMA DI TRASPORTO COLLETTIVO URBANO E METROPOLITANO**

Generalità sul trasporto collettivo urbano. Sistema di trasporto collettivo a guida libera: autobus, filobus. Sistemi di trasporto collettivo a guida vincolata: tram, metropolitana leggera, metropolitana pesante, ferrovia suburbana. Confronto fra i diversi sistemi di trasporto collettivo.

- **Parte quarta: IL TRASPORTO DELLE MERCI**

Il trasporto delle merci secondo i diversi modi di trasporto in Italia e in Europa. Il trasporto intermodale delle merci. Le unità di carico: il contenitore, la cassa mobile, il semirimorchio. Il trasporto marittimo di transhipment. I terminali per il trattamento delle merci: porti, interporti, centri intermodali;. Funzioni principali che si svolgono in un interporto.

- **Parte quinta: IL SISTEMA DI TRASPORTO AEREO**

Evoluzione del traffico aereo commerciale. La regolamentazione internazionale del trasporto aereo: le libertà dell'aria, gli accordi bilaterali, la deregolamentazione negli Stati uniti e in Europa. Le compagnie aeree: bilanci di esercizio, costi operativi e non operativi. Tipologia delle reti di trasporto aereo. Gli aeroporti: classificazione, il "master plan", caratteristiche del sistema delle piste, tipologia dei terminali.

- Le esercitazioni consistono in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma

Testi consigliati:

- Cantarella G.E. (a cura di) : "Introduzione alla tecnica dei trasporti e del traffico con elementi di economia dei trasporti", UTET, Torino.
- Orlandi A: "Meccanica dei Trasporti". Pitagora Editrice Bologna.

Modalità di svolgimento dell'esame:

- prova orale

TEORIA E TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE (1 ann.)

Docente: Antonio Pratelli

Propedeuticità: nessuna

Programma di massima:

- **CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELLA CIRCOLAZIONE:** Generalità ed obiettivi dell'ingegneria del traffico; componenti fondamentali del traffico e loro caratteristiche (infrastruttura, veicoli, sistemi di controllo); il "fattore umano" quale elemento di progetto (tempi di percezione e reazione, campi di visuale, ecc.); condizioni di circolazione; distanziamento temporale e sue distribuzioni; portata e volumi di traffico; densità veicolare; velocità; variazioni temporali del traffico; fattore dell'ora di punta e portata di progetto; concetto di livello di servizio; metodo dei "quattordici giorni"; metodi di rilevamento e misura dei parametri di traffico (conteggi, tecniche con spire, radar, ecc.).
- **INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE:** Componenti e caratteristiche fondamentali della semaforizzazione; "giustificazioni" per la semaforizzazione di una intersezione secondo il MUTCD; analisi dei conflitti; determinazione del numero di fasi; fasi speciali; leading green; lagging green; ciclo minimo; ciclo ottimo; start-up lost time e clearance lost time; flusso di saturazione; calcolo del tempo di giallo e dell'intervallo di cambio; ripartizione del tempo di verde; tipi e componenti del ritardo (delay) ad un semaforo; calcolo del ritardo per arrivi uniformi ad un semaforo isolato.

Impianti semaforici attuati: principi dell'attuazione semaforica; dimensionamento di un semaforo attuato dai pedoni; impianti attuati a volume, a volume-densità e a densità completa.

Il coordinamento semaforico: requisiti e condizioni di progetto; progressione semaforica su strade a senso unico; progressione semaforica su strade a doppio senso; ottimizzazione dell'ampiezza di banda in un itinerario ad "onda verde"; tipologie di progressione semaforica.

Esempi applicativi.

- **ROTATORIE:** Caratteristiche e campi di applicabilità funzionale; verifiche di prefattibilità; requisiti geometrici e accorgimenti costruttivi; verifiche preliminari di realizzabilità; dimensionamento di rotatorie con precedenza alle entrate col metodo Inglese; rotatorie con precedenza all'anello; metodo di Kimber; metodo Tedesco; dimensionamento di rotatorie compatte in base alla Normativa Svizzera; dimensionamento di grandi rotatorie in base alla Normativa Francese (SETRA); capacità semplice; capacità totale; altri parametri prestazionali; stima della matrice O/D dei flussi in rotatoria.
Applicazioni computazionali.
- **ITINERARI CICLABILI:** Generalità; caratteristiche dell'utenza (sistematica, occasionale); requisiti fondamentali (velocità media, raggio d'azione, sicurezza, ecc.); sezioni geometriche; diagramma della potenza muscolare/resistenze al moto; valutazione di un percorso ciclabile (Metodo di Davis).
- **CIRCOLAZIONE STRADALE A FLUSSO ININTERROTTO:** Modelli di car-following (dal modello di Forbes ai modelli della General Motors); analisi delle condizioni di stabilità della corrente veicolare (trattazione approssimata); onde di shock nella corrente veicolare (impostazione teorica e trattazione approssimata); modelli macroscopici di traffico; relazioni densità-velocità (modelli di Greenshields, di Greenberg, di Underwood e di Edie); diagramma fondamentale; analogia tra modelli microscopici e modelli macroscopici; analisi della capacità e livelli di servizio in campo extraurbano.
Applicazioni numeriche.
- **STUDIO DEI FENOMENI DI ATTESA NELLA CIRCOLAZIONE STRADALE:** Caratteristiche dei sistemi di coda; meccanismo di formazione delle code; equazioni di equilibrio statistico; sistema di coda ad unico ingresso con arrivi poissoniani e tempi di servizio esponenziali; sistema di coda ad unico ingresso con arrivi poissoniani e tempi di servizio qualsiasi; effetti delle punte di traffico. Sistema di coda a più ingressi con arrivi poissoniani e tempi di servizio esponenziali. Progetto delle corsie di accumulo. Progetto delle corsie di immissione.
Applicazioni numeriche.
- **CRITERI DI PROGETTO DELLE ZONE DI SCAMBIO:** Metodo HCM per il progetto delle zone di scambio: definizione; caratteristiche geometriche condizionanti; metodologia di analisi.

Esempi applicativi

Testi di riferimento:

- Olivari M., "Elementi di teoria e tecnica della circolazione stradale", Franco Angeli, Milano, 1994.
- TRB Transportation Research Board, "Highway Capacity Manual", Washington, 1994.
- May A.D., "Traffic Flow Fundamentals", Prentice-Hall, 1990.
- Cohen S., "Ingenierie du trafic routier" Pressee Ponts et Chaussées, 1990.
- Mc Shane W. and Roess R., "Traffic Engineering", Prentice Hall, 1990.

- Rinelli S., “**Intersezioni stradali semaforizzate**”, UTET, Torino 2000.

Modalità di svolgimento degli esami:

- Prova orale (gli studenti devono iscriversi nei giorni precedenti ogni appello in una lista disponibile presso la Segreteria di "VIE E TRASPORTI" del Dipartimento di Ingegneria Civile).