

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

FACOLTÀ di                      Ingegneria  
Classe di appartenenza:      Ingegneria Industriale  
Corso di Studio:                Laurea in Ingegneria Meccanica

***Regolamento didattico del Corso di Laurea in  
INGEGNERIA MECCANICA  
ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/99,***

<<<<< >>>>>

***Corso di Laurea Interateneo  
fra l'Università di Pavia ed il Politecnico di Milano  
come da apposita Convenzione***

Approvato dal Consiglio di Facoltà del 5 Luglio 2007

## INDICE

Art. 1 - Norme generali .....	3
Art. 2 - Classe di appartenenza .....	3
Art. 3 - Struttura responsabile del coordinamento didattico e organizzativo.....	3
Art. 4 - Obiettivi formativi .....	3
Art. 5 - Quadro generale delle attività formative .....	3
Art. 6 - Elenco degli insegnamenti attivabili .....	4
Art. 7 - Tipologia delle altre attività formative .....	5
Art. 8 - Obiettivi specifici di ogni attività formativa .....	5
Art. 9 - Propedeuticità .....	11
Art. 10 - Manifesto degli studi .....	11
Art. 11 - Piani di studio .....	12
Art. 12 - Prerequisiti per l'accesso al corso di studio .....	12
Art. 13 - Obblighi di frequenza .....	12
Art. 14 - Iscrizione agli anni successivi a primo .....	12
Art. 15 - Modalità e organizzazione della didattica .....	13
Art. 16 - Modalità degli esami e delle altre verifiche del profitto degli studenti.....	13
Art. 17 - Conseguimento del titolo.....	14
Art. 18 - Riconoscimento di crediti acquisiti dallo studente in altro corso di studio.....	14
Art. 19 - Tutorato .....	14
Art. 20 - Coordinamento didattico .....	14
Art. 21 - Individuazione, per ogni attività, delle strutture e persone responsabili .....	15

### **Art. 1 - Norme generali**

L'ordinamento e l'organizzazione degli studi del *Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica* della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pavia è disciplinato, nel rispetto della libertà di insegnamento e di quanto stabilito nello Statuto dell'Università di Pavia, dai seguenti regolamenti:

- Regolamento generale d'Ateneo;
- Regolamento didattico d'Ateneo;
- Regolamento della Facoltà di Ingegneria;
- Convenzione fra l'Università di Pavia ed il Politecnico di Milano per Laurea Congiunta;
- Regolamento didattico del Corso di Laurea (costituito dal presente regolamento)

### **Art. 2 - Classe di appartenenza**

Il *Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica* appartiene alla Classe X delle Lauree in Ingegneria Industriale.

### **Art. 3 - Struttura responsabile del coordinamento didattico e organizzativo**

Nel rispetto delle competenze e dei criteri stabiliti dai regolamenti indicati all'art. 1, il coordinamento didattico e organizzativo delle attività del corso di studio, è assicurato dal *Consiglio Didattico in Ingegneria Industriale* nel seguito indicato semplicemente come *Consiglio Didattico (CD)* nonché dal *Comitato di Coordinamento*, trattandosi di un *Corso di Laurea Congiunto* interateneo fra l'Università di Pavia ed il Politecnico di Milano.

### **Art. 4 - Obiettivi formativi**

Il corso di laurea è finalizzato alla formazione di figure professionali capaci di operare concretamente, sia a livello progettuale sia gestionale, nei settori dell'Ingegneria Meccanica. Il piano degli studi è strutturato in modo che l'allievo ingegnere, oltre ad acquisire un'adeguata formazione nelle discipline di base (matematica, fisica e informatica) e nelle discipline ingegneristiche tipiche della Classe (fisica tecnica, meccanica applicata, scienza delle costruzioni, elettrotecnica), acquisisca anche una formazione di tipo professionalizzante per quanto riguarda in particolare:

- costruzione di macchine: funzionamento, resistenza degli organi componenti, trasformazione di energia nelle macchine stesse, materiali metallici da impiegare nelle costruzioni, lavorazioni, controllo delle dimensioni e delle prestazioni;
- meccanica dei fluidi;
- disegno di progettazione;
- automazione industriale.

Il corso di laurea mira inoltre a fornire le conoscenze su cui basare eventuali successivi approfondimenti nell'ambito della Laurea Specialistica.

Quest'ultima non è attivata all'Università di Pavia. Esistono peraltro accordi per un duplice riconoscimento della laurea triennale rilasciata congiuntamente dall'Università di Pavia e dal Politecnico di Milano, attraverso un titolo con doppia validità. Tale titolo consentirà agli allievi un eventuale proseguimento verso la Laurea Specialistica presso il Politecnico di Milano, senza debiti formativi.

### **Art. 5 - Quadro generale delle attività formative**

La durata del corso di laurea è di tre anni. Le attività formative corrispondono ad un totale di 180 crediti formativi universitari (CFU), equamente suddivisi nei tre anni, ferma restando la possibilità per lo studente di acquisire crediti in soprannumero. Nei *curricula* approvati annualmente dal Consiglio di Facoltà su proposta del CD, i CFU saranno ripartiti nel modo sotto indicato:

- a) Formazione di base: insegnamenti appartenenti agli ambiti ed ai settori scientifico-disciplinari sottoindicati, **per un totale di CFU compreso tra 48 e 54**:
- Fisica e Chimica (FIS/01);
  - Matematica, Informatica e Statistica (ING-INF/05, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08).
- b) Formazione caratterizzante: insegnamenti appartenenti agli ambiti ed ai settori scientifico-disciplinari sottoindicati, **per un totale di CFU compreso tra 78 e 84**:
- Ingegneria Meccanica (ING-IND/10, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17);
  - Ingegneria Energetica (ING-IND/08);
  - Ingegneria dei Materiali (ICAR/08, ING-IND/22, CHIM/07).
- c) Formazione affine o integrativa: insegnamenti appartenenti agli ambiti ed ai settori scientifico-disciplinari sottoindicati, **per un totale di 18 CFU**:
- Discipline ingegneristiche (ICAR/01, ING-IND/31, ING-IND/35);
  - Cultura scientifica, umanistica, giuridica, economica, socio-politica (SECS-P/07).
- d) *Attività formative a scelta dello studente*: insegnamenti per un totale di 11 CFU, scelti preferibilmente da una lista di insegnamenti consigliati nei *curricula* di cui al successivo art. 10, ferma restando la possibilità di scegliere altre attività formative, anche al di fuori della Facoltà di Ingegneria, nel rispetto delle limitazioni di cui al successivo art. 11.
- e) *Altre attività (ex art. 10, comma 1, lettera f del D.M. 509/99)*: gli allievi potranno scegliere, per un totale di 10 CFU, fra diverse attività utili ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro, specificate nei *curricula* di cui al successivo art. 10.
- f) *Prova finale e conoscenza della lingua straniera*: accertamento della conoscenza della lingua inglese (4 CFU) e preparazione degli elaborati da discutere nella prova finale (5 CFU).

#### Art. 6 - Elenco degli insegnamenti attivabili

L'elenco degli insegnamenti attivabili con l'indicazione dei settori scientifico disciplinari di riferimento, del tipo di attività formativa, dei crediti e dell'articolazione in moduli è riportato nella seguente tabella.

Insegnamento	Settore Scientifico Disciplinare	Tipo di attività formativa (*)	Numero Crediti Formativi CFU	Numero moduli
Analisi Matematica A	MAT/05	B	6	1
Analisi Matematica B	MAT/05	B	6	1
Analisi Matematica C	MAT/05	B	6	1
Automatica	ING-INF/04	A	5	1
Calcolo numerico	MAT/08	B	6	1
Chimica e Scienza dei Materiali	CHIM/07	C	6	1
Costruzione di Macchine	ING-IND/14	C	5	1
Diagnostica e misure dei sistemi meccanici	ING-IND/13	C	4	1
Disegno di Macchine	ING-IND/15	C	5	1
Economia	ING-IND/35	A	5	1
Elementi di Informatica	ING-INF/05	B	6	1

Elementi di statistica	MAT/06	B	3	1
Fisica I A	FIS/01	B	6	1
Fisica I B (ca)	FIS/01	B	6	1
Fisica Matematica	MAT/07	B	5	1
Fisica Tecnica	ING-IND/11	C	6	1
Geometria e Algebra	MAT/03	B	6	1
Impianti Meccanici	ING-IND/17	C	5	1
Laboratorio di Progettazione Automatica	ING-IND/15	C	5	1
Macchine	ING-IND/08	C	7	1
Macchine e Azionamenti Elettrici	ING-IND/32	A	5	1
Meccanica Applicata alle Macchine A	ING-IND/13	C	6	1
Meccanica Applicata alle Macchine B	ING-IND/13	C	5	1
Meccanica Applicata alle Macchine C	ING-IND/13	C	6	1
Meccanica dei Fluidi	ICAR/01	A	7	1
Metallurgia	ING-IND/21	C	5	1
Misure Meccaniche e Termiche A	ING-IND/12	C	5	1
Misure Meccaniche e Termiche B	ING-IND/12	C	6	1
Scienza delle Costruzioni A	ICAR/08	C	6	1
Tecnologia Meccanica	ING-IND/16	C	5	1
Tecnologie generali dei Materiali	ING-IND/16	C	5	1
Teoria dei circuiti	ING-IND/31	A	6	1
Termofluidodinamica applicata	ING-IND/10	C	5	1
Vibrazioni dei Sistemi Meccanici	ING-IND/13	C	6	1

(\*) A = affine o integrativa; B = di base; C = caratterizzante

### Art. 7 - Tipologia delle altre attività formative

Le attività formative utili ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro, di cui al 3° comma lettera e) del precedente art. 5 comprendono:

- tirocinio da svolgersi presso Aziende/Enti pubblici o privati operanti nel settore dell'ingegneria meccanica;
- attività di progettazione riguardante opere del settore dell'Ingegneria Meccanica;
- insegnamenti tenuti in lingua inglese di discipline appartenenti ad uno dei settori scientifico disciplinari inseriti fra le attività di base, caratterizzanti o affini;
- insegnamenti riguardanti argomenti quali l'etica, le tecniche redazionali e di comunicazione o altri aspetti legati al mondo del lavoro e della professione.

Sono inoltre obbligatorie:

- una prova di accertamento di conoscenza della lingua inglese, il cui superamento comporta l'acquisizione di 4 crediti formativi;
- la redazione di un elaborato da presentare alla prova finale; a questa attività di redazione saranno attribuiti 5 crediti formativi.

### Art. 8 - Obiettivi specifici di ogni attività formativa

Gli insegnamenti attivabili indicati nel precedente art. 6 hanno gli obiettivi formativi sotto elencati.

- **ANALISI MATEMATICA A:** il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale e qualche nozione su alcune delle più semplici equazioni differenziali ordinarie. Si insisterà sulla comprensione e sull'assimilazione delle definizioni e dei risultati principali, più che sulle dimostrazioni (alcune delle quali, peraltro, verranno svolte in dettaglio). Ampio spazio verrà dato ad esempi e ad esercizi: alla fine del corso, gli Studenti dovrebbero essere in grado di svolgere, correttamente e senza esitazioni, calcoli elementari riguardanti limiti, derivate, integrali, equazioni differenziali, ecc.

- ANALISI MATEMATICA B: il corso si propone di fornire agli studenti alcune nozioni elementari sulle serie numeriche e sulle serie di potenze e, soprattutto, le conoscenze di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali e vettoriali di più variabili reali. Si insisterà sulla comprensione e sull'assimilazione delle definizioni e dei risultati principali, più che sulle dimostrazioni (alcune delle quali, peraltro, verranno svolte in dettaglio). Ampio spazio verrà dato ad esempi e ad esercizi: alla fine del corso, gli Studenti dovrebbero essere in grado di svolgere, correttamente e senza esitazioni, calcoli elementari riguardanti serie numeriche o di potenze, derivate parziali o direzionali, integrali multipli o di linea o di superficie, ecc.
- ANALISI MATEMATICA C: il corso, naturale complemento degli insegnamenti di Analisi Matematica A e B precedentemente svolti, è indirizzato agli Studenti che intendono proseguire gli studi, per il conseguimento della Laurea Specialistica. Esso si propone di fornire agli Studenti ulteriori nozioni e strumenti dell'Analisi Matematica, che sono di particolare utilità per gli studi successivi, come ad esempio: problemi di massimi e di minimi vincolati; equazioni e sistemi di equazioni differenziali lineari e non lineari; primi elementi di calcolo delle variazioni; serie di Fourier e trasformate di Fourier. Si insisterà sulla comprensione e sull'assimilazione delle definizioni e dei risultati principali, più che sulle dimostrazioni (alcune delle quali, peraltro, verranno svolte in dettaglio). Ampio spazio verrà dato ad esempi e ad esercizi.
- AUTOMATICA: il corso si propone di fornire le basi matematiche e gli strumenti metodologici necessari all'analisi delle principali proprietà dei sistemi dinamici nel dominio continuo del tempo e alla progettazione di semplici sistemi di controllo lineare.
- CALCOLO NUMERICO: l'insegnamento si propone di portare gli studenti ad un sufficiente grado di dimestichezza nella classificazione dei problemi e degli algoritmi numerici idonei alla loro risoluzione. Introdurre il concetto di stabilità e di condizionamento per problemi ed algoritmi. Fornire i risultati elementari relativi alla convergenza dei processi iterativi e dei metodi di approssimazione. Sviluppare la pratica computazionale matriciale e l'uso individuale delle funzioni di MATLAB.
- CHIMICA E SCIENZA DEI MATERIALI: il corso presenta una panoramica sulla Scienza dei materiali, con riferimento alle applicazioni tecnologiche e industriali. La prima parte del corso comprende alcuni argomenti fondamentali della Chimica Fisica, Inorganica ed Organica e costituisce la preparazione alla discussione delle proprietà chimiche e fisiche dei vari materiali. Obiettivo del corso è quello di dare una conoscenza di base dei diversi tipi di materiali, sia tradizionali che innovativi.
- COSTRUZIONE DI MACCHINE: l'insegnamento si propone di fornire agli studenti la conoscenza elementare della meccanica dei materiali di uso comune. Conoscenza di base della meccanica delle strutture. Capacità di cogliere e valutare gli aspetti critici dell'elemento meccanico da studiare. Capacità di orientarsi correttamente per il dimensionamento di strutture elementari. Valutazione degli aspetti progettuali essenziali.
- DIAGNOSTICA E MISURE DEI SISTEMI MECCANICI: Introduzione all'ambiente MATLAB. Viene trattato il programma Matlab quale ambiente privilegiato per lo studio dinamico, la simulazione e l'identificazione di sistemi meccanici. Si parte dalle operazioni algebriche elementari per giungere alla modellazione di sistemi continui nello spazio e nel tempo.

Diagnostica di sistemi meccanici: elementi di teoria e applicazioni. Concetto di problema inverso in meccanica e applicazione al caso di semplici sistemi meccanici con simulazione in ambiente Matlab. Illustrazione di alcune tecniche di elaborazione dei dati, di memorizzazione dei segnali e di correlazione delle grandezze. Scelta delle grandezze da controllare per l'individuazione dei malfunzionamenti. Analisi comparativa di risultati sperimentali e di risultati da modelli numerici.

- **DISEGNO DI MACCHINE:** il corso fornisce agli allievi la conoscenza delle metodologie che sono alla base della progettazione delle macchine. In particolare vengono trattate la morfologia degli elementi delle macchine e le tecniche di rappresentazione grafica a mano libera e con l'ausilio di strumenti CAD. Al termine del corso, gli allievi saranno in grado di esprimere in forma grafica sia la funzione svolta da un semplice gruppo meccanico, sia le informazioni costruttive relative ai pezzi che lo compongono. E' previsto un ampio ricorso a esercitazioni e laboratori allo scopo di finalizzare gli argomenti trattati a problemi reali di progettazione.
- **ECONOMIA:** l'insegnamento si propone di introdurre lo studente all'analisi dell'ambiente competitivo delle imprese operanti nell'ambito professionale dell'ingegneria industriale e dell'informazione attraverso l'utilizzo di metodi e modelli economici appropriati. Fornire allo studente conoscenze elementari sui meccanismi di formazione dei prezzi di mercato, sulle loro determinanti dal lato della domanda e dell'offerta (tecnologia e costi), sul ruolo in questo contesto delle diverse strutture di mercato (concorrenza perfetta, monopolio, oligopolio), e sulle pratiche competitive delle imprese. Il corso utilizza un approccio induttivo (dai problemi ai modelli) e dedica specifica attenzione alla modellizzazione dei comportamenti delle imprese in diversi contesti di mercato ed all'applicazione di tali modelli allo studio di casi concreti.
- **ELEMENTI DI INFORMATICA:** gli obiettivi primari dell'insegnamento sono quelli di fornire agli allievi Ingegneri i principi logici del funzionamento e dell'organizzazione dei sistemi di elaborazione e l'acquisizione delle metodologie per sfruttarne le potenzialità. L'insegnamento prevede la descrizione della struttura funzionale dei principali moduli hardware e software che compongono un sistema di elaborazione. Si ritiene che, una volta superato l'esame, lo studente abbia acquisito un insieme di *attrezzi culturali* per facilitare lo studio di altri argomenti del proprio curriculum scolastico e, d'altra parte, abbia appreso quali argomenti dovrà autonomamente approfondire per acquisire competenze non previste dal proprio piano degli studi. Inoltre, grazie alle esercitazioni in laboratorio, oltre ad approfondire alcuni aspetti legati alla programmazione, lo studente conoscerà gli strumenti più comuni di *office automation* per la produzione di tesi ed elaborati.
- **ELEMENTI DI STATISTICA:** Statistica descrittiva. Medie. Indici di variabilità. Studio della connessione e della dipendenza. Relazioni statistiche. Probabilità. Assiomi della probabilità. Probabilità condizionata. Teorema di Bayes. Speranza matematica. Distribuzioni notevoli. Trasformate integrali di distribuzioni di probabilità. Distribuzione gaussiana. Il teorema centrale del limite. Successioni di osservazioni indipendenti e gaussiane e leggi di statistiche notevoli delle stesse (t di Student, Chi quadrato, F di Pizzetti, Fisher, Snedecor). Elementi di statistica. Stime puntuali e per intervalli per media e varianza di distribuzioni gaussiane.
- **FISICA I A:** il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni basilari di Meccanica, Fluidi e Termodinamica. Il corso è strutturato in modo tale da fornire ad un livello opera-

zionale, insieme alla conoscenza dei concetti di base, gli strumenti algebrici ed analitici per la risoluzione dei problemi proposti.

- **FISICA I B:** il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni basilari di Eletticità, Magnetismo ed Elettromagnetismo. Il corso è strutturato in modo tale da fornire ad un livello operativo, insieme alla conoscenza dei concetti di base, gli strumenti algebrici ed analitici per la risoluzione dei problemi proposti.
- **FISICA MATEMATICA:** il corso, che rappresenta un anello di congiunzione fra i corsi di carattere matematico e quelli di carattere applicativo degli anni successivi, ha come obiettivo la costruzione di modelli matematici di sistemi fisici. In particolare vengono forniti gli strumenti metodologici per la risoluzione di problemi di statica e dinamica del corpo rigido.
- **FISICA TECNICA:** il corso intende fornire le basi culturali necessarie alla comprensione dei principi fondamentali della termodinamica e dell'analisi energetica dei sistemi e le nozioni di base dello scambio termico per conduzione, convezione ed irraggiamento per applicarle, mediante esercitazioni a componenti di impianti e sistemi energetici. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di impostare l'analisi di impianti termici e avrà acquisito un insieme di nozioni che gli consentiranno di impostare l'analisi dello scambio termico e della dissipazione di calore di sistemi reali.
- **GEOMETRIA E ALGEBRA:** il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni e gli strumenti tecnici di base dell'Algebra Lineare e della Geometria Analitica, di dare cioè le basi di partenza per un discorso matematico a livello universitario in ambito algebrico e geometrico. Lo studio dell'Algebra lineare, cioè degli spazi vettoriali e delle loro proprietà è reso più facilmente accessibile privilegiandone l'aspetto costruttivo ed applicativo. In questa ottica il programma di Geometria Analitica è svolto sfruttando gli strumenti e le tecniche proprie dell'Algebra Lineare, i cui contenuti specifici sono, a loro volta, presentati come generalizzazioni naturali degli analoghi della Geometria Analitica.
- **IMPIANTI MECCANICI:** l'insegnamento "Impianti Meccanici" si propone di dotare gli allievi delle conoscenze di base inerenti sia l'organizzazione tecnica in generale dei sistemi di produzione, sia le metodologie di progettazione dei principali servizi di stabilimento. La formazione è strutturata in modo da consentire all'allievo di comprendere le principali problematiche, di acquisire le tecniche di riferimento per un organico approccio alla loro soluzione, di potere efficacemente interagire con le altre professionalità coinvolte nella progettazione e nella gestione del sistema produttivo.
- **LABORATORIO DI PROGETTAZIONE AUTOMATICA:** il corso si propone di mettere gli studenti in grado di gestire SOFTWARE grafici per l'assistenza alla progettazione meccanica.
- **MACCHINE:** il corso di Macchine si propone lo scopo di illustrare le fondamentali caratteristiche costruttive ed operative dei principali sistemi di conversione dell'energia e delle macchine relative. Vengono analizzati i criteri di scelta delle macchine, le tecniche di regolazione, il funzionamento in condizioni di progetto e fuori progetto, l'interazione macchina-impianto. Saranno, inoltre, illustrate le norme di collaudo delle principali macchine operatrici e verranno effettuati in laboratorio alcuni rilievi sperimentali relativi alle caratteristiche di funzionamento delle pompe.



- **MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI:** l'insegnamento si propone di guidare gli studenti a conoscere i componenti, le modalità di impiego e i criteri di scelta degli azionamenti elettrici. Questi ultimi sono sistemi costituiti da una macchina elettrica, un convertitore statico che la alimenta e dai circuiti di controllo che ne determinano le modalità di funzionamento. Il corso si propone quindi di fornire la conoscenza elementare delle principali macchine elettriche (trasformatori e macchine rotanti), gli schemi dei principali convertitori e le modalità di regolazione della velocità, coppia e altre grandezze elettriche e meccaniche, in funzione delle esigenze delle applicazioni.
- **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE A:** l'insegnamento si propone di fornire agli studenti una chiara visione delle forze che agiscono nei sistemi meccanici, e dei moti che ne conseguono. Intende inoltre fornire le conoscenze minime necessarie per la comprensione del funzionamento dei principali sistemi meccanici. Si propone infine di fornire gli elementi per la modellazione e per l'analisi del funzionamento di una macchina ad 1-2 gradi di libertà.
- **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE B:** l'insegnamento si propone di fornire agli studenti una chiara visione dei principali problemi relativi alle vibrazioni delle macchine nella schematizzazione a corpi deformabili. Intende inoltre fornire le conoscenze di base della morfologia e del funzionamento degli organi di macchine che vengono impiegati nei sistemi meccanici e le problematiche relative alla scelta ed al dimensionamento degli stessi. L'illustrazione delle applicazioni sarà completata dalla dimostrazione di esempi applicativi specifici.
- **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE C:** l'insegnamento si propone di fornire agli studenti la capacità di studiare in modo sistematico la dinamica e le vibrazioni di sistemi dinamici continui proponendo una chiara visione delle più moderne tecniche di discretizzazione nello spazio e nel tempo. Intende inoltre introdurre l'allievo al concetto di sistema meccanico soggetto a sollecitazioni esterne e a forze di controllo.
- **MECCANICA DEI FLUIDI:** Il corso si propone di fornire gli elementi di meccanica dei fluidi e di idraulica indispensabili per inquadrare i fenomeni di flusso entro le condotte in pressione e determinarne quantitativamente le caratteristiche essenziali: portata, velocità, pressione, dissipazioni energetiche, spinte idrodinamiche, ecc. Il corso comprende inoltre lo studio delle situazioni statiche, illustra i principi e le tecniche di misura delle grandezze idrauliche principali e lo scambio di energia tra correnti e macchine idrauliche. Per gli allievi meccanici il corso sarà completato da una parte teorico-sperimentale dedicata allo studio e alla misura di grandezze turbolente con l'impiego della anemometria laser che fornisce un credito supplementare.
- **METALLURGIA:** il corso ha lo scopo di approfondire le problematiche dei materiali, con particolare riferimento ai materiali metallici in modo tale da uniformare la preparazione degli studenti di Pavia con quella degli studenti di Milano. Dopo uno studio sistematico dei diagrammi d'equilibrio applicati alle leghe metalliche, verrà dedicato ampio spazio ai principali trattamenti termici e termochimici superficiali, alle principali tipologie degli acciai, delle ghise e delle leghe non ferrose di comune utilizzo. Infine verranno studiati anche i principali fenomeni metallurgici di cedimento in esercizio delle masse metalliche.
- **MISURE MECCANICHE E TERMICHE A:** il corso si propone come obiettivo fondamentale quello di rendere lo studente capace di eseguire correttamente le più comuni misure meccaniche e termiche. Al termine del corso lo studente deve conoscere gli elementi della me-

trologia di base, secondo le normative nazionali ed internazionali, deve saper leggere un catalogo e scegliere lo strumento di misura adeguato per eseguire una prova in condizioni di misurando stazionario, avere un'idea della composizione di un sistema di acquisizione dei dati, sviluppare senso critico sulle misure, avere un'infarinatura molto vaga relativamente al problema delle misure dinamiche, conoscere gli elementi fondamentali del sistema qualità e le norme operative. Il corso è per sua natura a carattere prevalentemente sperimentale, dunque sarà privilegiata l'attività di laboratorio, allo scopo di dimostrare concretamente gli argomenti trattati e rendere familiare l'attività sperimentale.

- MISURE MECCANICHE E TERMICHE B: Il corso introduce il monitoraggio di sistemi dinamici e gli strumenti atti a misurare quantità fisiche varianti nel tempo. Si premette la digitalizzazione dei segnali in riferimento a sistemi complessi a più canali. Sono previste prove di laboratorio sul tavolo vibrante. Di questo viene descritto in dettaglio il funzionamento, così come viene fatto per i principali sensori. Si introducono amplificatori e filtri e si introducono i primi rudimenti di analisi dei segnali, finalizzata alla sperimentazione meccanica.
- RESISTENZA DEI MATERIALI: Il corso partendo dai presupposti introdotti in Scienza delle Costruzioni si propone di caratterizzare statisticamente la raccolta di dati sperimentali sui materiali e di abbozzarne i modelli probabilistici. Focalizza la sua attenzione sui fenomeni che si manifestano a carichi ripetuti e li inquadra nei modelli affidabilistici. Estende questi ultimi alla caratterizzazione dei sistemi dinamici.
- SCIENZA DELLE COSTRUZIONI A: il corso introduce la meccanica dei continui e le leggi costitutive di fluidi e solidi. Per questi ultimi si associano ai modelli le prove di laboratorio necessarie alla loro caratterizzazione. Nel caso specifico dell'elasticità lineare si affronta il problema del solido di De Saint Venant. Si imposta inoltre la soluzione del modello generale con tecniche numeriche. I teoremi energetici e i fondamenti della meccanica del danneggiamento completano l'attività formativa.
- TECNOLOGIE GENERALI DEI MATERIALI: il corso vuole prima avvicinare gli studenti alle problematiche dei materiali, della loro resistenza e della loro lavorabilità (con particolare riferimento ai materiali metallici), quindi fornire un quadro generale dei principali processi di trasformazione impiegati nell'industria manifatturiera.
- TECNOLOGIA MECCANICA: il corso, presupponendo che gli allievi abbiano già un quadro generale dei principali processi di trasformazione impiegati nell'industria manifatturiera, si prefigge di costruire una competenza specifica in qualche lavorazione con particolare riguardo ai processi di lavorazione per asportazione di truciolo.
- TEORIA DEI CIRCUITI: l'insegnamento si propone di fornire agli studenti la conoscenza delle grandezze elettriche di interesse nello studio tecnico dei circuiti e delle corrispondenti unità di misura; la conoscenza del comportamento dei bipoli lineari e delle loro proprietà energetiche; la capacità di distinguere circuiti lineari e non-lineari; conoscenza dei principali metodi di analisi dei circuiti lineari e capacità di applicarli numericamente; la capacità di intuire e descrivere qualitativamente il funzionamento di circuiti semplici, in regime stazionario, a bassa e alta frequenza, alla risonanza, in transitorio.
- TERMOFLUIDODINAMICA APPLICATA: l'insegnamento si propone di fornire agli studenti le conoscenze relative allo studio del trasporto di energia termica in fluidi in movimento.

Vengono descritti i fondamenti teorici del problema, le metodologie analitiche e numeriche di calcolo con particolare riferimento ad applicazioni ingegneristiche. In particolare è approfondito l'utilizzo delle equazioni fondamentali di conservazione della massa e dell'energia nel settore della termodinamica e della fluidodinamica con particolare riferimento ai sistemi di raffreddamento e condizionamento, applicati a problemi rilevanti nel settore dell'ingegneria energetica. Lo studio del moto di fluidi all'interno di condotti è applicato all'analisi dei principali meccanismi di scambio termico tra componenti. Il corso mira all'acquisizione di capacità progettuali e di dimensionamento di massima dei componenti dal punto di vista termico.

- **VIBRAZIONI DEI SISTEMI MECCANICI:** Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze essenziali relative al comportamento ed alla analisi di organi strutturali in movimento, sia dal punto di vista teorico che da quello numerico e applicativo. Dopo una necessaria trattazione dei sistemi continui, si passerà ad una approfondita analisi dei sistemi discreti fino a giungere ai concetti di base di dinamica lagrangiana. Ampio spazio verrà infine dato alle applicazioni, queste ultime indirizzate al calcolo ed alla risoluzione dei sistemi meccanici, cioè orientate piuttosto al calcolo analitico che alla progettazione.

*L'ATTIVITÀ DI TIROCINIO* ha lo scopo di offrire allo studente una prima possibilità di contatto con il mondo del lavoro. Tale attività è principalmente consigliata agli studenti che non desiderano proseguire gli studi dopo il conseguimento della Laurea.

*L'ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE* mira a fornire ai laureandi una prima esperienza di lavoro indipendente su uno specifico problema progettuale tipico dell'Ingegneria Meccanica. Lo scopo di questa attività è anche quello di presentare la progettazione come sintesi delle diverse conoscenze sui vari aspetti (impostazione, calcolo, tecnologia dei materiali, aspetti funzionali, normativi, giuridici ed economici) che compongono il problema.

*GLI INSEGNAMENTI IN LINGUA INGLESE* hanno lo scopo di abituare alla comunicazione orale e scritta in lingua inglese nella trattazione delle tematiche tipiche del corso di studio e sono quindi utili ad un inserimento nel contesto internazionale del mondo del lavoro.

*GLI INSEGNAMENTI DI TECNICHE REDAZIONALI* mirano al perfezionamento delle capacità di redazione delle relazioni tecniche e delle altre forme di comunicazione scritta tipiche della professione.

*GLI INSEGNAMENTI DI ETICA E I SEMINARI PROFESSIONALIZZANTI* mirano all'arricchimento culturale su tematiche, generali o specifiche, di interesse della professione di ingegnere.

### **Art. 9 - Propedeuticità**

In generale non sono previste propedeuticità.

Le conoscenze richieste per la comprensione dei vari insegnamenti sono rese note attraverso la *guida dello studente*.

Annualmente, su richiesta motivata dei docenti interessati, il CD può fissare delle propedeuticità che sono rese note attraverso il manifesto degli studi di cui al successivo art. 10.

### **Art. 10 - Manifesto degli studi**

Annualmente, entro i termini stabiliti dal Regolamento di Facoltà e in conformità ai requisiti generali indicati nel precedente art. 5, il CD formula la proposta contenente i dettagli dell'offerta formativa del corso di studio ai fini dell'approvazione da parte del Consiglio di Facoltà del *manifesto degli studi* per l'anno accademico successivo.

La proposta può contenere uno o più *curricula* volti a conseguire specifici obiettivi formativi. Almeno un *curriculum* deve garantire l'accesso alla Laurea specialistica in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Milano senza debiti formativi.

#### **Art. 11 - Piani di studio**

I piani di studio degli studenti compilati conformemente ai *curricula* offerti e alle scelte in essi consigliate sono automaticamente approvati.

Lo studente ha la facoltà di presentare un piano degli studi diverso (piano degli studi individuale), che deve comunque soddisfare ai requisiti generali indicati nel precedente art. 5.

I piani degli studi individuali sono sottoposti per l'approvazione al CD che può delegare il loro esame e la loro approvazione a strutture o a singoli docenti a ciò deputati.

Le attività formative a scelta dello studente di cui al precedente art. 5, comma 3, lettera d) saranno preferibilmente scelte nell'ambito di una lista di insegnamenti consigliati nel manifesto degli studi, ferma restando la possibilità di scegliere qualunque insegnamento tra quelli offerti presso l'Università degli Studi di Pavia.

L'inserimento nel piano di studio di insegnamenti diversi da quelli consigliati si configura come presentazione di un piano di studio individuale e va pertanto approvato dal CD. Per quanto riguarda gli insegnamenti di cui al comma d) del precedente art. 5, non sarà approvata la scelta di insegnamenti i cui contenuti costituiscano per oltre il 20% una ripetizione di contenuti già compresi in altri insegnamenti facenti parte del *curriculum* adottato.

Il numero dei crediti da riconoscere alle attività formative svolte al di fuori della Facoltà di Ingegneria è oggetto di valutazione da parte del CD, sulla base dei criteri stabiliti nel successivo art. 18.

#### **Art. 12 - Prerequisiti per l'accesso al corso di studio**

Per l'iscrizione al corso di laurea è necessaria la padronanza di alcuni argomenti definiti dal Consiglio di Facoltà e opportunamente pubblicizzati.

Le prove di verifica che queste conoscenze siano effettivamente possedute sono tenute in diverse sessioni, la prima delle quali è svolta prima dell'inizio del corso, mentre le altre, destinate a chi non ha superato la prima prova, sono distribuite nel corso dell'anno con frequenza stabilita dal Consiglio di Facoltà.

Il mancato superamento di questa prova dà luogo ad un debito formativo che impedisce la partecipazione agli esami di profitto del corso di laurea.

Il CD può proporre al Consiglio di Facoltà l'aggiornamento dei prerequisiti necessari per l'accesso al corso di laurea.

#### **Art. 13 - Obblighi di frequenza**

Ai fini di un regolare e proficuo avanzamento della carriera scolastica secondo i programmi formativi stabiliti per il corso di studio, lo studente deve partecipare a tutte le attività didattiche organizzate nell'ambito degli insegnamenti.

Gli obblighi di frequenza ai singoli insegnamenti e le relative modalità di verifica sono proposti dal docente, approvati dal CD e indicati sul manifesto degli studi.

Come criterio generale, la frequenza obbligatoria può essere prevista per attività di laboratorio o sperimentali. In questi casi, l'obbligo è da ritenersi assolto con una partecipazione pari ad almeno il 70%.

#### **Art. 14 - Iscrizione agli anni successivi a primo**

I requisiti necessari per l'iscrizione agli anni successivi al primo, sono definiti nel Regolamento di Facoltà.

In aggiunta a questi requisiti, il CD può specificare i nomi degli insegnamenti i cui esami devono essere necessariamente superati per l'iscrizione all'anno successivo.

### **Art. 15 - Modalità e organizzazione della didattica**

L'articolazione dell'anno di corso in periodi didattici (ad esempio in semestri) e il conseguente calendario delle lezioni e delle sessioni di esame sono definiti dal Consiglio di Facoltà.

La didattica degli insegnamenti attivati è organizzata in lezioni, esercitazioni e attività pratiche.

La suddivisione delle ore di insegnamento nelle tre attività sopra indicate è stabilita dal docente sulla base del numero dei CFU attribuiti dal CD all'insegnamento, adottando i criteri e gli eventuali coefficienti di conversione (CFU/ore attività didattica) definiti nel Regolamento di Facoltà o indicati dal Consiglio di Facoltà.

Di norma, tutti gli insegnamenti comprendono esercitazioni mirate all'esemplificazione degli argomenti trattati nelle lezioni, oltre che allo sviluppo della capacità operative dell'allievo.

Sono da considerarsi attività pratiche tutti gli interventi didattici che comportino un approccio diretto alla fisicità degli aspetti trattati (attività in laboratorio o in campagna, visite guidate ad impianti o ad aziende, dimostrazione e illustrazione di prodotti commerciali o strumenti, illustrazione di progetti, ecc.) e che richiedano, da parte dell'allievo, una modesta attività di rielaborazione al di fuori delle ore di svolgimento dell'attività stessa.

Su tutti gli insegnamenti del corso di studio vanno obbligatoriamente acquisite le opinioni degli studenti con le modalità fissate dal Nucleo di Valutazione (NuV) dell'Ateneo.

### **Art. 16 - Modalità degli esami e delle altre verifiche del profitto degli studenti.**

Tutte le attività che consentono l'acquisizione di crediti si concludono con una valutazione. Questa è espressa da apposite Commissioni, comprendenti il responsabile dell'attività formativa e costituite secondo le norme contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo.

Le procedure di valutazione sono costituite, a seconda dei casi, da prove scritte e/o orali o da altri procedimenti adatti a particolari tipi di attività.

Di norma, per le attività didattiche costituite dagli insegnamenti indicati nei piani degli studi, la verifica dell'apprendimento va attuata durante il progressivo svolgersi dell'insegnamento mediante opportune prove *in itinere*.

Le modalità di queste prove e il loro peso nella valutazione finale del profitto sono proposti dal docente, anche sulla base di eventuali indicazioni date dal Consiglio di Facoltà e dalla Commissione Paritetica per la Didattica, e approvate annualmente dal CD nella seduta dedicata al coordinamento didattico di cui al successivo art. 20.

Oltre alle prove *in itinere*, ogni docente dovrà fissare per il suo insegnamento un numero di appelli di esame in conformità alle norme fissate nel Regolamento di Facoltà. Gli appelli nelle diverse sessioni saranno distribuiti secondo un calendario coordinato da uno o più docenti a ciò deputati dal CD.

Previo accordo dei docenti interessati, il CD potrà approvare (anche in via sperimentale) modalità di verifica del profitto che prevedano l'accorpamento delle verifiche di due o più insegnamenti. In ogni caso, dovranno essere assegnate votazioni distinte per ogni insegnamento.

Le modalità di verifica del profitto per tutti gli insegnamenti devono essere rese note attraverso la Guida dello studente.

Per le attività didattiche costituite dagli insegnamenti, il profitto è valutato con un voto espresso in trentesimi con eventuale lode.

Per le attività formative rientranti in altre tipologie, la valutazione può essere espressa con due soli gradi: "approvato" o "non approvato".

Le modalità di accertamento della conoscenza della lingua inglese sono stabilite nel Regolamento di Facoltà.

Per tutte le verifiche del profitto vanno obbligatoriamente acquisite le opinioni degli studenti con le modalità fissate dal Nucleo di Valutazione (NuV) dell'Ateneo.

### **Art. 17 - Conseguimento del titolo**

La prova finale per il conseguimento della Laurea consiste nella discussione in seduta pubblica di fronte ad apposita Commissione, costituita secondo le norme contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo, di uno dei seguenti elaborati attestato da un docente in funzione di relatore:

- relazione scritta sull'attività svolta nell'ambito del tirocinio;
- progetto (relazione e relativi elaborati tecnici) riguardante un'opera del settore dell'Ingegneria Meccanica redatto nell'ambito di uno degli insegnamenti impartiti.

E' facoltà del CD approvare, in aggiunta a quanto sopra indicato, altri tipi di elaborato che il laureando può predisporre e portare per la discussione all'esame di Laurea.

La discussione, oltre che consentire una valutazione della qualità dell'elaborato presentato, è volta anche a valutare la preparazione generale dello studente e la sua capacità di esporre e di discutere un argomento di carattere tecnico con chiarezza e padronanza.

Per la formazione del voto di laurea, la Commissione si basa sui criteri fissati nel Regolamento di Facoltà.

### **Art. 18 - Riconoscimento di crediti acquisiti dallo studente in altro corso di studio**

Il riconoscimento degli esami sostenuti e dei crediti acquisiti nell'ambito di altri corsi di studio, compresi quelli tenuti presso altre Università, sarà deliberato, caso per caso, dal CD previa istruttoria da parte delle strutture a ciò deputate dal CD stesso. In particolare, la tipologia dei crediti da riconoscere sarà stabilita in base a criteri di attinenza disciplinare, tenendo conto del contributo dell'attività da riconoscere al raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di studio, dei suoi contenuti specifici e dell'impegno orario richiesto.

A tal fine, l'istanza di riconoscimento dovrà essere corredata di tutta la documentazione ufficiale dalla quale possano evincersi gli elementi sopra riportati; la struttura deputata al riconoscimento potrà mettere in atto ulteriori verifiche ritenute opportune.

Nel caso in cui, a seguito del riconoscimento degli esami sostenuti o dei crediti acquisiti, il piano degli studi dello studente si configuri come piano di studio individuale, esso dovrà essere approvato dal CD conformemente a quanto previsto al precedente art. 11.

### **Art. 19 - Tutorato**

Il servizio di tutorato è organizzato e gestito con le modalità fissate nel Regolamento di Facoltà.

L'attività di consulenza agli studenti per quanto riguarda i piani degli studi, i trasferimenti e il riconoscimento dei crediti è svolta dai docenti a ciò deputati dal CD.

### **Art. 20 - Coordinamento didattico**

Annualmente, entro il 31 dicembre e comunque in tempo utile ai fini della formulazione delle proposte per il manifesto degli studi, deve essere convocata almeno una seduta del CD riservata all'analisi e alla discussione dei seguenti aspetti:

- a) verifica dei risultati dell'attività formativa relativamente all'a.a. precedente;
- b) coordinamento dei programmi degli insegnamenti;
- c) congruenza dei programmi degli insegnamenti con i CFU assegnati
- d) modalità degli esami;
- e) interventi correttivi e migliorativi.

La discussione sarà basata su documenti che dovranno essere presentati dai Referenti dei CdS e su eventuali documenti formulati dalla Commissione Paritetica per la Didattica.

E' facoltà di ogni docente o gruppo di docenti sottoporre alla discussione un proprio documento.

**Art. 21 - Individuazione, per ogni attività, delle strutture e persone responsabili**

Per ogni attività necessaria al regolare funzionamento del corso di studio in conformità al presente regolamento, ai regolamenti di cui al precedente art. 1, oltre che alla specifica legislazione di riferimento, devono essere individuate le persone che singolarmente o riunite in apposite strutture ne assumono la responsabilità.

A tal fine, il CD deve istituire le strutture previste dal Regolamento di Facoltà (Giunta del CD e Referenti dei CdS).

Il CD può anche decidere di istituire altre strutture (Commissioni permanenti o temporanee) o di deputare singole persone per lo svolgimento di specifiche attività.

Le persone che, singolarmente, o nell'ambito delle strutture di cui ai commi precedenti, si assumono la responsabilità delle specifiche attività sono nominate, con il loro consenso, dal CD.