

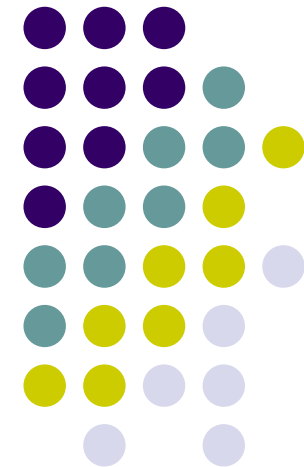
Prof. Marco Perino

POLITECNICO DI TORINO, DIPARTIMENTO DI ENERGETICA,
CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI, 24, I-10129 TORINO, ITALY

marco.perino@polito.it; www.polito.it/TEBE



Denominazione, contenuti e obiettivi formativi degli insegnamenti afferenti al settore disciplinare ING-IND 11 (Corsi di Studio Amb. e Territorio, Civile, Edile)



Premessa ed obiettivi



L'attuale situazione nell'ambito degli insegnamenti della Fisica Tecnica (Ambientale) nei corsi di Studio dell'Ingegneria Ambientale, Civile ed Edile risulta essere di frammentarietà e con diversificazione di denominazioni e struttura degli insegnamenti. I contenuti sono – come ovvio – simili, ma spesso orientati e “colorati” in modo diverso.

L'obiettivo principale di questa presentazione è di evidenziare tale situazione e proporre una bozza di struttura di base dei contenuti e delle denominazioni degli insegnamenti della Fisica Tecnica nei corsi di studio Civile ed Edile.

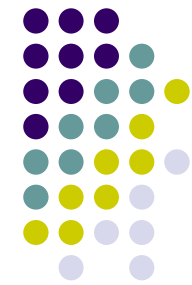
L'intento non è quello di fornire una “soluzione preconfezionata” ma di sollecitare l'analisi e la discussione critica al fine di porre le basi per una struttura unitaria, organica e condivisa a livello nazionale in relazione all'ossatura principale e fondamentale degli insegnamenti della Fisica Tecnica nei corsi di studio Ambientale, Civile ed Edile.

Struttura della presentazione



- Quadro del contesto attuale (utilizzando a titolo di esempio l'attuale situazione presso il Politecnico di Torino).
- Le possibili figure professionali (l'ingegnere Civile/Edile “generalista” e l'ingegnere “specialista” in temi energetici e fisico tecnici ambientali)
- La proposta per una struttura di base “ideale” per gli insegnamenti della Fisica Tecnica nei corsi di studio Edile e dei relativi contenuti
- Un esempio di quadro realistico del contesto prossimo futuro (legge 270) (utilizzando a titolo di esempio la proposta del Corso di Studi Edile presso il Politecnico di Torino).
- Un esempio di profilo di corso di laurea specialistica per la preparazione di un ingegnere ad alta competenza energetico edilizia/ambientale al di fuori dell'ambito Italiano (Lione).

Quadro del contesto attuale: struttura dei corsi (caso del Politecnico di Torino)



Laurea di primo livello (L) – I Facoltà di Ing.

Un solo corso obbligatorio di:

Fisica Tecnica (Ambientale)

7.5 crediti – 2° anno I periodo didattico

Differenziazione nella suddivisione delle ore:

- 50 ore di lezione, 34 ore di esercitazione (Amb. e Terr.)
- 56 ore di lezione, 28 ore di esercitazione (Edile)
- 54 ore di lezione, 34 ore di esercitazione (Civile)

Corso di studi	SSD	CFU	Attività formative	Ambiti disciplinari
<i>Ambiente e territorio</i>	ING-IND/11	7.5	C - Affini o integrative	Discipline ingegneristiche
<i>Civile</i>	ING-IND/11	7.5	C - Affini o integrative	Discipline ingegneristiche
<i>Edile</i>	ING-IND/11	7.5	B - Caratterizzanti	Edilizia e ambiente



Quadro del contesto attuale: struttura dei corsi (caso del Politecnico di Torino)

Laurea di primo livello Civile (L) – II Facoltà di Ing.

Due corsi obbligatori di:

Fondamenti e applicazioni di termodinamica

5 crediti – 2° anno I periodo didattico

30 ore di lezione, 16 ore di esercitazione, 4 ore laboratorio

Trasmissione del calore, acustica e illuminotecnica

5 crediti – 2° anno III periodo didattico

30 ore di lezione, 16 ore di esercitazione, 4 ore laboratorio

Corso (<i>Ing. Civile</i>)	SSD	CFU	Attività formative	Ambiti disciplinari
<i>Fondamenti e applicazioni di termodinamica</i>	ING-IND/10	5	C - Affini o integrative	Discipline ingegneristiche
<i>Trasmissione del calore, acustica e illuminotecnica</i>	ING-IND/10	5	C - Affini o integrative	Discipline ingegneristiche



Quadro del contesto attuale: struttura dei corsi (caso del Politecnico di Torino)

Laurea di primo livello Civile (L) – II Facoltà di Ing.

Un corso facoltativo (in comune con la laurea specialistica in Ingegneria Civile) di:

Impianti termotecnici

5 crediti

30 ore di lezione, 10 ore di esercitazione, 10 ore laboratorio

Corso (<i>Ing. Civile</i>)	SSD	CFU	Attività formative	Ambiti disciplinari
<i>Impianti termotecnici</i>	ING-IND/11	5	D - A scelta dello studente	A scelta dello studente

Quadro del contesto attuale: struttura dei corsi (caso del Politecnico di Torino)



Laurea specialistica (LS) – I Facoltà di Ing.

Non vi sono al momento corsi obbligatori nell'ambito delle lauree specialistiche presso i Corsi di Studio Ambiente e Territorio, Civile ed Edile.

Sono presenti solamente dei corsi facoltativi o dei contributi all'interno dei laboratori.

In particolare:

Corso di Studi in Ambiente e Territorio: nessun contributo

Corso di Studi in Ingegneria Civile:

- Fisica tecnica II - 5 crediti - 2° anno - Orientamento geotecnica e Orientamento infrastrutture e sistemi di trasporto, (35 ore di lezione e 21 di esercitazione)

Quadro del contesto attuale: struttura dei corsi (caso del Politecnico di Torino)



Laurea specialistica (LS) – I Facoltà di Ing.

Corso di Studi in Ingegneria Edile:

- Impianti tecnici - 5 crediti - 2° anno - Ambiti tematici: Progettazione edilizia e urbanistica, Recupero e conservazione , (36 ore di lezione e 20 di esercitazione)
- Contributo nel “Laboratorio di progettazione per la sostenibilità nel recupero e nell'adeguamento energetico degli edifici” – 3.5 crediti - 2° anno - Ambiti tematici: Recupero e conservazione.

Laurea specialistica (LS) – II Facoltà di Ing.

Corso di Studi in Ingegneria Civile:

- Impianti termotecnici (in comune con la laurea di 1° liv.in Ingegneria Civile) - 5 crediti

Quadro del contesto attuale: Contenuto dei corsi (caso del Politecnico di Torino)



Laurea di primo livello (L) – I Facoltà di Ing.

- [Fisica Tecnica](#) - 7.5 crediti – (Ambiente e territorio)
- [Fisica Tecnica](#) - 7.5 crediti – (Civile)
- [Fisica Tecnica](#) - 7.5 crediti – (Edile)

Laurea di primo livello (L) – II Facoltà di Ing.

- [Fondamenti e applicazioni di termodinamica](#) - 5 crediti
- [Trasmissione del calore, acustica e illuminotecnica](#) - 5 crediti
- [Impianti Termotecnici \(Fac.\)](#) - 5 crediti

Contenuto dei corsi - differenze e temi comuni - Considerazioni - 1



- Spesso le contingenze e peculiarità locali (per esempio sinergia di scala con accorpamenti di corsi diversi – mecc. + civ.) portano alla necessità di diversificare struttura e denominazione dei corsi
- In relazione ai contenuti si osserva che i fondamenti dei vari argomenti risultano sostanzialmente simili, ma esistono differenze (anche piuttosto marcate) in relazione alle applicazioni dei concetti
- Differenze nella struttura dei corsi e nella disponibilità di crediti (maggiore o minore disponibilità di tempo) si traducono in scelte specifiche del titolare del corso circa i contenuti. Ciò porta a privilegiare alcuni argomenti rispetto ad altri (per es. trattare o meno: gli scambiatori di calore, le superfici alettate, i transitori termici, il bilancio energetico dei componenti di involucro, cicli termodinamici, i cicli frigoriferi ad assorbimento, ...)
- Le attribuzioni dei corsi agli SSD spesso non sono dettate da considerazioni relative ai contenuti

Contenuto dei corsi - differenze e temi comuni - Considerazioni - 2



- La “colorazione” degli argomenti di base è spesso dettata da fattori esterni (accorpamento con altri corsi, provenienza e background culturale del titolare, ..) e la scelta di cosa includere/escludere dai contenuti, così come gli esempi applicativi da portare agli studenti, possono risultare influenzati più da contingenze che da considerazioni culturali generali

“questo stato di fatto è modificabile ?”

oppure

le singole situazioni locali risultano così specifiche da rendere impossibile una unificazione a livello nazionale di denominazione dei corsi e loro contenuti

Contenuto dei corsi - differenze e temi comuni - Considerazioni - 3



Probabilmente l'unico approccio pragmaticamente perseguibile è di:

- condividere a livello nazionale una struttura, ossatura, di base dei contenuti complessivi degli insegnamenti della FT nei corsi di laurea Civile/Edile ed Architettura (nel loro insieme L + LS),
- porre dei capisaldi su una serie di argomenti che si ritengono imprescindibili per garantire una adeguata preparazione degli allievi ingegneri lungo il loro percorso formativo e che devono quindi essere necessariamente presenti all'interno del percorso formativo
- fornire delle raccomandazioni su quali siano le denominazione dei corsi da adottare in via preferenziale (ma non vincolante).
- applicare queste linee guida nazionali e condivise ai contesti locali, lasciando la necessaria libertà di adattare questi contenuti minimi necessari e le titolazioni dei corsi alla struttura dei corsi che può essere gioco forza dettata da contingenze non gestibili

Proposta di inquadramento culturale dell'area Fisica Tecnica nella nuova struttura della Laurea Ingegneria Edile – Legge 270 (“271”)



L'obiettivo della FT dovrebbe essere quello di preparare una proposta quadro complessiva sulle possibili sinergie culturali fra il settore specifico e gli altri ambiti dell'ingegneria edile e progettare un inserimento efficace, progressivo (in termini di approfondimento degli aspetti culturali) e verticale degli insegnamenti della Fisica Tecnica nell'intero curriculum di studi dell'allievo di Ingegneria edile.

Questa proposta dovrà tener conto delle capacità che il mondo produttivo ed il mercato richiederanno nel prossimo futuro ai giovani laureati ingegneri edili.

Le competenze richieste ai futuri ingegneri edili - 1



Nell'ambito della ricerca e progettazione avanzata in ambito energetico edilizio, notevoli sviluppi sono stati raggiunti attraverso il miglioramento di tecnologie edilizie ed impiantistiche "tradizionali".

Tuttavia, pur esistendo ancora un margine di sviluppo in questo campo, le più promettenti potenzialità di sviluppo futuro appaiono quelle correlate all'utilizzo di sistemi integrati, dinamici e adattativi, nei quali le componenti stesse dell'edificio (partizioni, involucro, fondazioni, strutture,...) risultano strettamente integrate con gli impianti per il controllo climatico (Responsive Building Elements – RBE e Integrated Building Concepts – IBC).

Analogamente, nel settore dell'illuminazione, una delle più promettenti strategie di contenimento dei consumi energetici riguarda l'integrazione fra gli impianti di illuminazione artificiale e lo sfruttamento della luce naturale.

Le competenze richieste ai futuri ingegneri edili - 2



Un uso efficiente ed ottimale di questi componenti e sistemi implica però una forte integrazione e correlazione funzionale fra edificio ed impianto. Occorre cioè attuare un concetto integrato di edificio che consenta di ottenere condizioni di comfort ideali all'interno degli ambienti confinati pur con consumi energetici ed impatti ambientali ridotti.

La progettazione, la realizzazione e la gestione di queste nuove tecnologie richiede nuovi approcci progettuali ed una più approfondita capacità di indagine del comportamento e delle prestazioni dei componenti e dei sistemi stessi, competenze che ad oggi mancano nel curriculum didattico degli allievi ingegneri edili.

E' inoltre necessario offrire un bagaglio culturale quegli strumenti oggi necessari agli ingegneri edili per gestire, in fase di progetto, le complesse procedure e verifiche poste in essere dalla recente legislazione e normativa tecnica nel campo energetico.

Valorizzare l'interdisciplinarietà

Una proposta per una struttura di dell'insegnamento della Fisica Tecnica nei corsi di Ingegneria Edile - 1



Coerentemente con il quadro delle competenze richieste, è dunque necessario che nelle scuole di ingegneria Edile/Civile ed Architettura siano forniti agli allievi fondamenti teorici e nozioni tecnologiche e progettuali *nell'ambito energetico e del controllo ambientale* tali da permettere loro di affacciarsi sul mondo del lavoro con una preparazione culturale adeguata alle nuove esigenze.

Un organizzazione razionale di tale preparazione dovrebbe svolgersi lungo *un percorso progressivo e verticale*, dove alle *nozioni di base, aventi carattere fondativo* (necessarie per qualsiasi tipo di specializzazione futura decida di scegliere l'allievo) facciano seguito dei *corsi più approfonditi* (dedicati e mirati ad affinare le capacità di analisi e progettuali delle tecnologie e dei sistemi edificio/impianto più complessi – tipicamente oggetto delle competenze del laureato magistrale).

Una proposta per una struttura di dell'insegnamento della Fisica Tecnica nei corsi di Ingegneria Edile - 2



Ai corsi obbligatori (che devono essere seguiti da tutti gli ingegneri “generalisti”) dovrebbero quindi essere affiancati dei corsi specialistici pensati per completare il curriculum scolastico di quelle figure professionali parzialmente specializzate e che desiderano orientare la loro attività anche verso la progettazione impiantistica e dei sistemi passivi, l’uso delle energie rinnovabili, la progettazione energeticamente efficiente e sostenibile degli edifici.

Per la figura dell’ingegnere “specialista”, infine, ci si può infine chiedere se esso debba essere un Edile/Civile con forte “colorazione” energetico/ambientale, oppure se tale figura professionale, decisamente orientata ad attività energetico/impiantistiche/ambientali, non sia meglio inquadrabile in un percorso (di laurea specialistica) dedicato (un nuovo percorso di ingegneria energetica ? ... caso di Lione)

L'ingegnere Edile/Civile “generalista”



Saper fare

- Condurre un corretto progetto fisico tecnico (termoigrometrico ed acustico – requisiti energetici ed acustici passivi) dei componenti di involucro edilizio
- Progettare l'illuminazione naturale coerentemente con i vincoli di legge e la normativa tecnica (FLDm)
- Effettuare valutazioni di massima delle prestazioni acustiche di una sala (τ_{60})
- Sviluppare semplici progetti di sistemi di illuminazione artificiale
- Risolvere semplici bilanci di massa ed energia (regime stazionario o su valori medi temporali)
- Applicare in modo consapevole e corretto le procedure di legge e le norme in relazione al risparmio energetico negli edifici (EPBD)
- ...
- ...
- ...

L'ingegnere Edile/Civile “generalista”

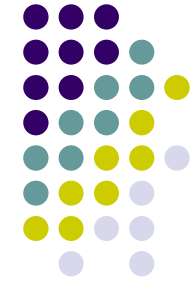
Conoscere



- I fondamenti ed i principi della termodinamica (il primo principio a livello operativo, il secondo a livello concettuale – concetto di efficienza)
- I fondamenti della psicrometria (grandezze psicrometriche, diag. dell'aria umida, trasformazioni ideali di riferimento estive ed invernali, ...)
- I fondamenti della trasmissione del calore (configurazioni semplici)
- Le applicazioni della trasmissione del calore al settore edilizio (bilancio termico e prestazioni energetiche dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro edilizio)
- I fondamenti di acustica
- I fondamenti di illuminotecnica
- Le tipologie e le caratteristiche prestazionali di massima degli impianti per il controllo climatico
- I fondamenti del comfort termoigrometrico
- I concetti di base dell'IAQ
- I concetti di base per il controllo passivo del microclima (in senso lato) interno
- ...
- ...

L'ingegnere Edile/Civile

“specialista” (Energetica & controllo amb.)



Saper fare

- Condurre analisi termiche in regime transitorio dei componenti di involucro edilizio e delle strutture edilizie complesse (tipo RBE)
- Effettuare simulazioni dell'illuminazione naturale ed artificiale (modelli di campo)
- Effettuare valutazioni dettagliate delle prestazioni acustiche di una sala (modelli di campo)
- Risolvere bilanci di massa ed energia per sistemi in regime transitorio
- Dimensionare impianti e sistemi per la climatizzazione (sistemi attivi)
- Dimensionare reti idrauliche ed aerauliche
- Dimensionare sistemi per il controllo passivo del microclima interno (ventilazione naturale, passive cooling & heating, attivazione della massa, PCM,...) e simularne il comportamento termico per regimi transitori
- Progettare la distribuzione dell'aria negli ambienti,
- Condurre analisi fluidodinamiche
- Effettuare diagnosi termoenergetiche/ambientali e condurre misure e collaudi in campo
- ...

L'ingegnere Edile/Civile

“specialista” (Energetica & controllo amb.)



Conoscere - 1

- I complementi della termodinamica (cicli diretti ed inversi a gas e a vapore di riferimento ed i principi termodinamica- 1° e 2° principio - in modo completamente operativo, ...)
- I complementi della psicrometria (trasformazioni reali, fattore di by-pass, rette di carico, ...)
- I complementi della trasmissione del calore (configurazioni complesse, corpi non grigi, ...)
- Le tecniche numeriche per la soluzione di problemi complessi di termodinamica e termocinetica (tecniche numeriche, ambienti di sviluppo, ...)
- I fondamenti di fluidodinamica computazionale
- I complementi di acustica (comfort acustico, parametri caratterizzanti e metodi di valutazione, metodi numerici per l'analisi dettagliata dei campi sonori, ...)
- I complementi di illuminotecnica (comfort visivo, parametri caratterizzanti e metodi di valutazione, metodi numerici per l'analisi dettagliata dei campi sonori)
- Le caratteristiche funzionali e prestazionali degli impianti per il controllo climatico e dei loro organi/sistemi costituenti
- Le caratteristiche funzionali e prestazionali dei sistemi per la conversione di energia (generatori di calore, pompe di calore, gruppi frigoriferi, celle a combustibile, ...)

L'ingegnere Edile/Civile

“specialista” (Energetica & controllo amb.)



Conoscere - 2

- I complementi di comfort termoigrometrico e di IAQ
- Le caratteristiche funzionali e prestazionali dei sistemi per il controllo passivo del microclima interno
- I principali strumenti informatici (software commerciali) per la simulazione termoenergetica degli edifici (E+, DOE2, TRNSYS,)
- I principali strumenti informatici (software commerciali) per la simulazione acustica (Odeon, Ramsete)
- I principali strumenti informatici (software commerciali) per la simulazione illuminotecnica (Radiance,)
- I principali strumenti informatici (software commerciali) per la simulazione della ventilazione degli edifici (COMIS, CONTAM,)
- I principali strumenti informatici (software commerciali) per la simulazione CFD (FLUENT, FLOVENT, StarCD, COMSOL)
- Le tecniche per la misura in campo delle principali grandezze caratterizzanti l'ambiente interno e le prestazioni dei sistemi di climatizzazione,
-

Una possibile struttura per l'insegnamento della Fisica Tecnica nei corsi di Ingegneria Edile (generalista e/o a bassa spec.)



Anno	Laurea Triennale	Laurea Specialistica
1	-	
2	Fisica Tecnica Ambientale (10 crediti)	
3	-	
1		Fisica ed energetica dell'edificio (8 crediti)
2		Tecnica del controllo ambientale (*) (6 crediti) Impianti Termotecnici (*) (8 crediti)

(*) Corsi facoltativi

La futura struttura dei corsi di Ingegneria Edile presso il Politecnico di Torino (generalista)



Anno	Laurea Triennale	Laurea Specialistica
1	-	
2	Fisica Tecnica (8 crediti)	
3	-	
1		Fisica ed energetica dell'edificio (4 crediti – integrato con Idraulica tecnica)
2		Tecnica del controllo Ambientale (6 crediti Facoltativo)

Contenuto dei corsi (caso del Politecnico di Torino)



Laurea di primo livello Edile (L) – I Fac. di Ing.

- [Fisica Tecnica](#) - 8 **(10)** crediti – (Edile)

Laurea specialistica (LS) Ing. Edile – I Fac. di Ing.

- [Fisica ed Energetica dell'Edificio](#) - 4 **(8)** crediti - Obbligatorio
(Integrato con Idraulica
Tecnica)
- [Tecnica del Controllo Ambientale](#) – 6 **(8)** crediti - Facoltativo

Un esempio di laurea specialistica per la preparazione di un ingegnere ad alta competenza energetico edilizia/ambientale (specialista)

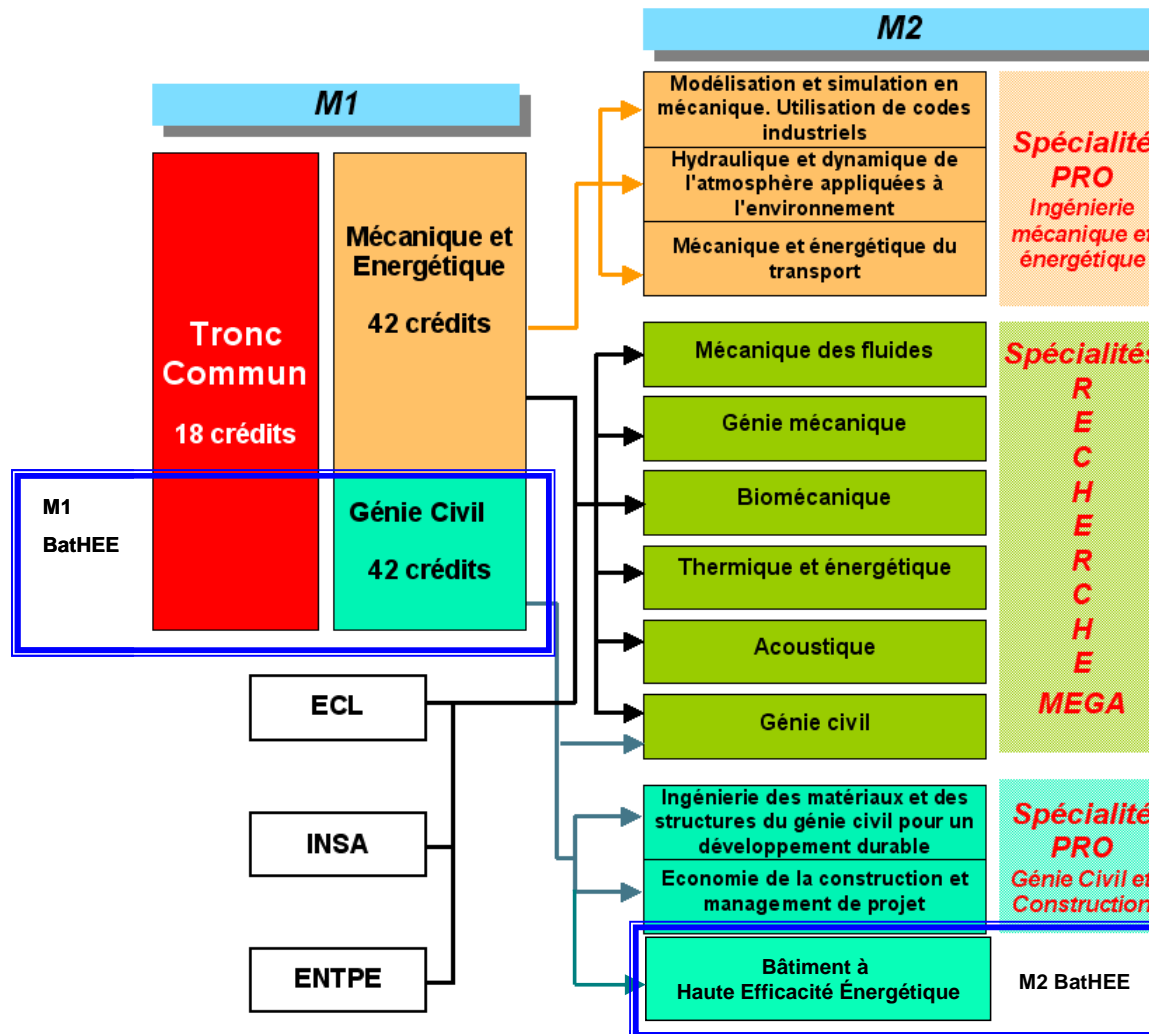


Il caso dell' **Université Claude Bernard**  **Lyon 1**

Master **M E G A** Mécanique, Energétique, Génie Civil & Acoustique

Specialisation: High Energy Efficient Buildings
(Bâtiment à Haute Efficacité Energétique)

Il caso dell' Università Claude Bernard - Lione



Il caso dell' Università Claude Bernard - Lione



Objectif

- Dans le contexte de l'élévation des niveaux de performances énergétiques à atteindre pour les bâtiments neufs et réhabilités, l'objectif de cette spécialisation est de former au niveau MASTER (Bac + 5) des cadres techniques du bâtiment capables de participer à la **conception et à l'évaluation des constructions à haute efficacité énergétique**.
- La formation met l'accent sur l'utilisation des **outils de simulation** numériques pour la **conception dynamique** de l'enveloppe et des systèmes techniques, ainsi que sur la **rénovation énergétique**.

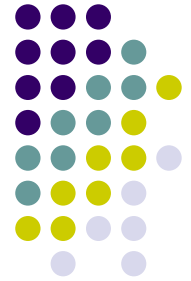
Il caso dell' Università Claude Bernard - Lione



Obiettivi

- Nel contesto dell'innalzamento dei livelli di prestazioni energetiche da raggiungere per gli edifici nuovi ed esistenti (ristrutturazione), l'obiettivo di questa laurea specialistica (livello MASTER, Bac + 5) è di formare dei quadri tecnici (settore edilizio) in grado di partecipare attivamente al processo di concept nel progetto e di valutazione delle prestazioni di edifici ad elevata efficienza energetica.
- La formazione pone l'accento sull'utilizzo degli strumenti di simulazione numerica per la concezione di componenti di involucro edilizio e sistemi tecnici "dinamici", ed allo stesso modo sul retrofit energetico degli edifici.

Il caso dell' Università Claude Bernard - Lione



Débouchés

- Les diplômés s'inséreront en tant que cadres techniques au sein des bureaux d'études techniques (fluides et thermique), des services techniques (villes, collectivités locales, maîtrise publique d'ouvrages) ou dans les services dédiés des grandes entreprises et des cabinets d'architecture.

Il caso dell' Università Claude Bernard - Lione



Sbocchi professionali

I laureati di questo percorso formativo si inseriranno tanto nei quadri tecnici presso:

- gli studi di progettazione (specializzazione in fluidodinamica e termotecnica),
- negli uffici tecnici degli enti pubblici (città, comunità locali, lavori pubblici,...),
- nel settore servizi delle grandi imprese,
- Negli studi di architettura.

Il caso dell' Università Claude Bernard

Struttura del corso di laurea



1st year : M1

SEMESTER 1: 300h

course	title	content
60 h 6 ECTS	Fluid Mechanics and Energy	Flows with high REYNOLDS numbers (perfect fluid and boundary layer) heat transfer and dimensional analysis
60 h 6 ECTS	Structure Vibration	Vibration problems in continuous and prestressed structures, application to large structures,
60 h 6 ECTS	Structure Mechanics	Modelling and simulation of static behaviour of structures using finite elements method
60 h 6 ECTS	Tools for mechanics and statistics	Statistics and calculation for mechanics
60 h 6 ECTS	Techniques for High Energy Efficient Buildings	Passive and active solar systems, evaporative cooling, natural and hybrid ventilation, double walls, double skins

SEMESTER 2 : 300h

course	title	content
90 h 9 ECTS	Project Management and Economics	Planning and coordination, Construction management, economics
30 h 3 ECTS	Acoustics -Lightening	Buildings Acoustics, Lightening and visual comfort, artificial and natural light
30 h 3 ECTS	Environment	Renewable energies applied to buildings, life cycle assessment, environment
30 h 3 ECTS	Numerical Methods	Numerical methods for building energy simulations,
60 h 6 ECTS	Language and communication	English Communication
60 h 6 ECTS	Professional Environment	Project in Building Energy Performance, (application of regulations, dynamic simulations, life cycle assessment) 9 weeks industrial training

Il caso dell' Università Claude Bernard

Struttura del corso di laurea



2nd year : M2

SEMESTER 3: 300h

course	title	content
60 h 6 ECTS	Direct modelling in building energy performance	Direct modelling: different scales, reduced order methods, examples of tools
60 h 6 ECTS	Energy retrofitting of existing buildings	Energy performance certificates, on-site measurements, inverse methods, risk analysis, technologies for energy retrofitting,
30 h 3 ECTS	Building in its Environment	Energy regulations : French and European standards, labels ; Close environment of buildings Weather data
30 h 3 ECTS	Sustainable Development : HQE LCA	HQE design (Haute Qualité Environnementale – High Environmental Quality) Global cost Life Cycle Assessment (LCA)
30 h 3 ECTS	Control of HVAC systems	Principles of control systems, algorithms, control parameters, technologies of control
30 h 3 ECTS	Solar Energy in Buildings	Solar thermal and/or photovoltaïque systems, passive solar design
30 h 3 ECTS	New concepts	Heat Storage, modelling of natural ventilation, including moisture, air tightness, associated measurements
30 h 3 ECTS	Seminaries	specific conferences on relevant topics by professionals and international personalities

SEMESTER 4 : 240h

course	title	content
60 h 6 ECTS	Communication Language	Communication English
120 h 9 ECTS	Passive House Project	Dynamic simulations (TRNSYS), in-deepen analysis : innovative solutions, retrofitting, CFD simulations, Environmental Quality (HQE), LCA
60 h 15 ECTS	Industrial internship	4 months industrial training