UNIVERSITÀ DI PISA

ILLUMINOTECNICA E ACUSTICA APPLICATA

FRANCESCO LECCESE

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA STRUTTURALE E EDILE
Code	797II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ILLUMINOTECNICA E ACUSTICA APPLICATA	ING-IND/11	LEZIONI	120	FRANCESCO LECCESE

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di conoscenze necessarie affinché lo studente possa comprendere i vari aspetti della illuminotecnica e acustica applicata e le relative applicazioni agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, le conoscenze acquisite permetteranno allo studente di:
- **apprendere** metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **comprendere** problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze acquisite durante il percorso di apprendimento proposto potrà avvenire attraverso **un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con l'approfondimento degli argomenti** che costituiscono i contenuti dell'insegnamento.
La verifica delle conoscenze acquisite avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale, come indicato nel seguito.

Capacità

Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di capacità necessarie affinché lo studente possa affrontare i vari aspetti della illuminotecnica e acustica applicata applicati agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, le capacità acquisite permetteranno allo studente di:
- **applicare** metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **affrontare** problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

Modalità di verifica delle capacità

La verifica delle capacità acquisite durante il percorso di apprendimento proposto **potrà avvenire attraverso un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con la discussione di problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento**.
La verifica delle capacità acquisite avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale, come indicato nel seguito.

Comportamenti

Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di comportamenti necessari affinché lo studente possa gestire i vari aspetti della illuminotecnica e acustica applicata applicati agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, i comportamenti acquisiti permetteranno allo studente di:
- **agire in modo individuale ed in piena autonomia** utilizzando metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **gestire l'interazione in un gruppo di lavoro** risolvendo problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dei comportamenti acquisiti durante il percorso di apprendimento proposto **potrà avvenire attraverso un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con la produzione, individuale o di gruppo, di esercitazioni progettuali inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento**.
La verifica dei comportamenti acquisiti avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale, come indicato nel seguito.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze di base acquisite negli insegnamenti universitari di **Analisi Matematica**, **Fisica Generale** e **Fisica Tecnica Ambientale**.

Corequisiti
Non richiesti.

Prerequisiti per studi successivi
Il percorso di apprendimento proposto **permette allo studente di acquisire conoscenze, capacità e comportamenti che potranno essere utilizzati come prerequisiti per studi successivi**, in percorsi post-laurea nell'ambito di master universitari, dottorati di ricerca e corsi di alta specializzazione.

Indicazioni metodologiche
L'apprendimento avviene attraverso **l'esposizione sistematica degli argomenti, corredata da numerosi esempi ed applicazioni, con il coinvolgimento diretto degli studenti nella discussione degli argomenti e nella soluzione di problemi inerenti agli argomenti discussi**.
Al fine di sviluppare le conoscenze, le capacità e i comportamenti da acquisire durante il percorso sono proposti esercizi graduati nel livello di difficoltà fino alla soluzione guidata di problemi che richiedono una analisi approfondita e il collegamento tra più argomenti.
Il percorso di apprendimento viene proposto attraverso **lezioni ed esercitazioni frontali condotte in aula con la presenza del docente e l'utilizzo prevalente della lavagna a gessi**. Sono elementi di supporto alle lezioni ed esercitazioni frontali:
-**documenti distribuiti in aula** sugli argomenti trattati, in forma di testo, tabelle o grafici;
-**strumenti di comunicazione digitale** (es. piattaforme collaborative online) **e mezzi di comunicazione multimediale** (es. contenuti testo, audio e video su supporti digitali), come integrazione all'uso della lavagna;
-**esercitazioni pratiche guidate** (in modalità individuale o in gruppo), anche con l'uso di strumenti per la misura diretta di parametri inerenti agli argomenti trattati, come indicato nel seguito fra i contenuti dell'insegnamento.
Le comunicazioni tra il docente e gli studenti potranno avvenire (in presenza o a distanza):
-**in aula** al termine di ciascuna lezione;
-**negli orari di ricevimento** secondo le modalità indicate sulla pagina personale del docente nella piattaforma UNIMAP UNIPI (https://unimap.unipi.it/cercapersone/cercapersone.php);
-**per e-mail**, utilizzando gli indirizzi istituzionali (email docente: francesco.leccese@unipi.it);
-**con modalità adattate** ad eventuali esigenze specifiche.
Annotazioni-
Durante le lezioni ed esercitazioni frontali sono suggerite letture di testi specialistici (in lingua italiana o inglese) per stimolare l'approfondimento di alcuni aspetti inerenti agli argomenti trattati. Alcuni argomenti potranno essere discussi con il contributo di esperti esterni che intervengono in aula su richiesta del docente. Gli studenti possono essere invitati a partecipare a progetti speciali per la didattica o attività sperimentali collegate a progetti di collaborazione interuniversitaria.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Nella prima parte del corso vengono studiati i problemi relativi alla progettazione illuminotecnica degli ambienti interni, sia in luce naturale che in luce artificiale, alla progettazione illuminotecnica degli ambienti esterni, con particolare riferimento all'illuminazione architettonica e urbana. La seconda parte del corso è dedicata alla progettazione acustica delle sale, all'isolamento acustico degli edifici, alla protezione dai rumori negli ambienti di lavoro e alla propagazione del rumore negli ambienti esterni, con particolare riferimento al rumore ambientale e all'inquinamento acustico. Le lezioni sono integrate da semplici esercitazioni, applicazioni di progettazione illuminotecnica e acustica degli edifici, utilizzo di strumenti (es. luxmetro e fonometro) e standard tecnici, software di modellazione. Sono previste attività di esercitazione progettuale guidata per approfondire lo studio di parametri di comfort visivo e acustico dell'ambiente costruito.
MACROARGOMENTO 1–**Fondamenti di Illuminotecnica** (durata indicativa 9 ore)
Radiazione visibile e colori. Grandezze fotometriche. Sorgenti lambertiane. Sorgenti puntiformi e sorgenti estese. Unità di misura delle grandezze fotometriche. Occhio umano e campo di visibilità. Valutazione del coefficiente di visibilità. Effetto Purkinje. La prestazione visiva, parametri di comfort visivo, fenomeni di abbagliamento.
MACROARGOMENTO 2–**Sorgenti luminose** (durata indicativa 6 ore)
Caratteristiche delle sorgenti luminose. Efficienza energetica, spettrale e luminosa. Principali tipi di lampade: ad incandescenza, a scarica nei gas, fluorescenti, LED. Gli apparecchi di illuminazione: tipi, caratteristiche, ambiti di applicazione. Rendimento ottico, curve fotometriche e loro rappresentazione.
MACROARGOMENTO 3–**Calcolo degli illuminamenti** (durata indicativa 9 ore)
Generalità sul calcolo degli illuminamenti. Sorgenti puntiformi, lineari ed estese. Illuminamenti orizzontale, verticale, cilindrico e semicilindrico dovuti a sorgenti puntiformi. Rappresentazione grafica degli illuminamenti. Illuminamento prodotto da sorgenti estese, i fattori di vista. Esempi applicativi.
MACROARGOMENTO 4–**Illuminazione di interni** (durata indicativa 12 ore)
Il progetto dell'illuminazione artificiale degli ambienti. Requisiti prestazionali dell'illuminazione di ambienti di lavoro e fattori di rischio illuminotecnico. Metodi di verifica dell'abbagliamento molesto. Il progetto dell'illuminazione naturale degli ambienti. Il fattore di luce diurna e la Daylight Autonomy. Modelli di cielo e schermature solari. Dimensionamento del finestrato. Valutazione dell'indice di efficienza energetica dei sistemi di illuminazione. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.
MACROARGOMENTO 5–**Illuminazione di esterni** (durata indicativa 6 ore)
Il progetto dell'illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno. Illuminazione stradale: classificazione e categorie illuminotecniche delle strade, geometria delle installazioni ed elementi di progetto. Criteri progettuali dell'illuminazione architettonica ed urbana. La sicurezza dei pedoni.

Metodi di valutazione dell'inquinamento luminoso. Indice di efficienza energetica dei sistemi di illuminazione urbana. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.
MACROARGOMENTO 6–**Fondamenti di Acustica** (durata indicativa 9 ore)
Le onde sonore: onde piane e sferiche. I livelli in decibel. Caratteri distintivi dei suoni. Analisi in frequenza e curve di ponderazione. Scala dei fon, curve isofoniche e audiogramma normale. Orecchio umano e campo di udibilità. Sorgenti sonore: caratteristiche e curve di radiazione. Gli altoparlanti. La voce umana e gli strumenti musicali.
MACROARGOMENTO 7–**Materiali fonoassorbenti** (durata indicativa 6 ore)
Classificazione dei sistemi fonoassorbenti. Materiali porosi, pannelli vibranti, risuonatori acustici e pannelli forati. Potere fonoassorbente di persone e arredi tecnici. Calcolo dell'indice di valutazione del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali. Metodi di misura del coefficiente di assorbimento acustico.
MACROARGOMENTO 8–**Acustica delle sale** (durata indicativa 12 ore)
Acustica geometrica e limiti di validità. Transitori acustici negli ambienti confinati. Teoria di Sabine. Tempo di riverberazione di Sabine. Altre formule per il tempo di riverberazione. Campo diretto e campo riverberante, la distanza critica. Acustica architettonica e progettazione acustica di una sala. Indici di qualità acustica delle sale. Sale ad acustica variabile e sale accordabili. Esempi di teatri d'opera, auditorium e teatri all'aperto.
MACROARGOMENTO 9–**Isolamento acustico degli edifici** (durata indicativa 9 ore)
Potere fonoisolante di una parete e legge di massa. Calcolo del potere fonoisolante di pareti composte. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di una parete. Rumori aerei e rumori strutturali. Isolamento acustico di un divisorio. Isolamento acustico da rumori impattivi, il pavimento galleggiante. Il rumore prodotto dagli impianti tecnici. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.
MACROARGOMENTO 10–**Esposizione umana al rumore** (durata indicativa 9 ore)
Il rumore negli ambienti di lavoro: fattori di rischio e criteri di valutazione. Dispositivi di protezione individuale dal rumore: caratteristiche acustiche e criteri di selezione. La propagazione del suono in esterno. Il rumore dovuto al traffico stradale. Barriere acustiche. Livello sonoro equivalente continuo e livello giorno-sera-notte. Inquinamento acustico: rumore ambientale e zonizzazione acustica. Aspetti legislativi e normativa tecnica.
ATTIVITA' DI ESERCITAZIONE (durata indicativa 33 ore)
Esempi numerici ed esercizi pratici sugli argomenti trattati durante le lezioni. Utilizzo di strumenti di misura in campo illuminotecnico (es.: luxmetro e luminanzometro) ed acustico (es.: fonometro e macchina da calpestio). Il quadro normativo nazionale ed europea in campo illuminotecnico ed acustico. Software per la progettazione illuminotecnica. La figura del Lighting Designer. Software per la progettazione acustica. La figura del Tecnico Competente in Acustica. Le attività progettuali sono orientate allo studio dei parametri di comfort visivo e acustico dell'ambiente costruito ed all'uso di software di modellazione. Le attività di esercitazione verranno completate con seminari di approfondimento, tenuti anche da esperti del settore, inerenti agli argomenti trattati durante le lezioni. Potranno essere organizzate visite presso laboratori di misure ed aziende produttrici di apparecchi di illuminazione e di materiali e componenti per l'acustica.

Bibliografia e materiale didattico

Gli appunti delle lezioni, resi disponibili dal Docente, completi di disegni, grafici e tabelle costituiscono il riferimento principale per lo studio della materia e la preparazione all'esame.
Per approfondire gli argomenti trattati, sono indicati come testi di riferimento i seguenti (nella ultima edizione in corso):
-Palladino P., *Manuale di illuminazione*, Tecniche Nuove (Milano).
-Forcolini G., *Lighting*, Hoepli (Milano).
-Aghemo C., Lo Verso V., *Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale*, AIDI (Milano).
-Spagnolo R., *Manuale di acustica applicata*, CittàStudi (Torino).
-Briganti A., *Il controllo del rumore*, Tecniche Nuove (Milano).
-Cappello F., Cesini G., Serpilli F., *La progettazione acustica degli edifici*, EPC Libri (Roma).
Come ulteriori elementi bibliografici sui vari argomenti trattati, sono indicati come testi di consultazione i seguenti (nella ultima edizione in corso):
(Illuminotecnica)
-Bianchi F., Pulcini G., *Manuale di illuminotecnica*, NIS (Roma).
-Frascarolo M. (a cura di), *Manuale di progettazione illuminotecnica* (2 voll), Mancosu (Roma).
-Forcolini G., *Illuminazione LED*, Hoepli (Milano).
-Gherri B., *Daylight Assessment – Il ruolo della luce naturale nella definizione dello spazio architettonico e protocolli di calcolo*, Franco Angeli (Milano).
-IEA, *Daylight in buildings – A source book on daylighting systems and components*. International Energy Agency, Task 21 Programme (Annex 29), july 2000.
-Bonomo M., *Guida alla progettazione dell'illuminazione stradale e urbana*, Mancosu (Roma).
-Rossi M., *Design della Luce*, Maggioli Editore (Rimini).
-Oleari C. (a cura di), *Misurare il colore*, Hoepli (Milano).
-Boyce P.R., *Human factors in Lighting*, Taylor & Francis (London).
-Frova A., *Luce colore visione*, BUR Scienza (Milano).
(Acustica Applicata)
-Spagnolo R. (a cura di), *Acustica – Fondamenti e applicazioni*, UTET (Novara).
-Cirillo E., *Acustica applicata*, McGraw-Hill (Milano).
-Everest F.A., *Manuale di acustica*, Hoepli (Milano).
-Kuttruff H., *Acoustics – An introduction*, Taylor & Francis (London).
-Gabrieli T., Fuga F., *Impatto acustico*, Maggioli Editore (Rimini).
-Romani P., Ventura F., *La rumorosità ambientale: il ruolo delle barriere acustiche*, Pitagora Editrice (Bologna).
-Cingolani S., Spagnolo R. (a cura di), *Acustica musicale e architettonica*, CittàStudi (Novara).
-Egan M.D., *Architectural Acoustics*, J.Ross Publisher (Fort Lauderdale).
-Pierce J.R., *La scienza del suono*, Zanichelli (Bologna).

-Frova A., *Armonia celeste e dodecafonia - Musica e scienza attraverso i secoli*, BUR Scienza (Milano).
Per una bibliografia del Docente su alcuni degli argomenti trattati è consultabile la pagina personale sulla piattaforma web 'ResearchGate' nella sezione 'Pubblicazioni/Ricerche' (link: https://www.researchgate.net/profile/Francesco-Leccese).

Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti non frequentanti sono fortemente consigliati di contattare direttamente il Docente (email: francesco.leccese@unipi.it) per un colloquio, da svolgere preferibilmente prima dell'inizio delle lezioni, al fine di definire il programma delle attività e le modalità di svolgimento, anche in vista della preparazione dell'esame.

Modalità d'esame

La valutazione degli apprendimenti (esame finale) consiste in **una prova orale articolata in un colloquio tra il docente e lo studente, inerente agli argomenti discussi durante le lezioni ed esercitazioni, e l'analisi degli elaborati progettuali sviluppati durante il percorso di apprendimento**. Durante la prova orale potrà essere richiesto allo studente di risolvere problemi (esercizi) in forma scritta alla presenza del docente o in postazione separata.
L'esame finale ha una durata di circa un'ora per ciascuno studente, **durante la prova sono posti tre o quattro quesiti principali riguardanti gli argomenti discussi durante le lezioni ed esercitazioni**. L'esame finale potrebbe non essere superato se lo studente mostra ripetutamente di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro, di usare la terminologia corretta e di mettere in relazione gli argomenti trattati per rispondere in modo adeguato ai quesiti posti. **La valutazione dell'esame finale avviene con voto espresso in trentesimi secondo i regolamenti previsti dall'Ateneo**, la verbalizzazione avviene al termine dell'esame sulla piattaforma online Servizio Statini 2.0 dell'Università di Pisa.

Stage e tirocini

Possono essere svolti **stage e tirocini formativi di carattere curriculare** (ove previsti nel piano di studi dello studente) su uno o piu' argomenti trattati durante il Corso, **sia in aziende esterne convenzionate con l'Universita' di Pisa sia nei laboratori dipartimentali della Scuola di Ingegneria** (in particolare: LIA-*Laboratorio di Illuminotecnica e Acustica*, TEA-*Laboratorio di Termofisica dell'Edificio e Impianti*).
Gli studenti interessati sono consigliati di contattare direttamente il Docente per un colloquio (email: francesco.leccese@unipi.it).

Pagina web del corso

https://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=2148

Altri riferimenti web

Nella pagina personale del docente nella piattaforma UNIMAP dell'Università di Pisa (https://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=2148) sono contenute informazioni sul docente (settore scientifico disciplinare, ruolo, recapiti, curriculum) e dettagli relativi alle attività didattiche (insegnamento, registri delle lezioni, orari di ricevimento) ed alle attività di ricerca (lista delle pubblicazioni).
Il link all'aula virtuale predisposta sulla piattaforma MS TEAMS, predisposta dall'Università di Pisa per le finalità della didattica a distanza, è il seguente (A.A. 2022-2023):
https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aeqpY_97aC9KR4-wZe7_pxpH3dOEMJPlEeCons5Gk3c41%40thread.tacv2/conversations?groupId=f1871821-f8df-45ce-bacb-71cfce248a5a&tenantId=c7456b31-a220-47f5-be52-473828670aa1

Note

Nessuna.

Ultimo aggiornamento 09/08/2023 17:32