



<b>Insegnamento</b>	<i>Impianti termotecnici in edilizia</i>
<b>Livello e corso di studio</b>	<i>Laurea Triennale in Ingegneria Civile (L-7) - curriculum ambiente e sostenibilità</i>
<b>Settore Scientifico Disciplinare (SSD)</b>	<i>ING-IND/11</i>
<b>Anno di corso</b>	<i>3</i>
<b>Anno Accademico</b>	<i>2024-25</i>
<b>Numero totale di crediti</b>	<i>9</i>
<b>Propedeuticità</b>	<i>L' esame di "Fisica tecnica" è propedeutico nell'ambito della Laurea Triennale in Ingegneria Civile</i>
<b>Docente</b>	<b>Pietro Tasselli</b> <a href="https://ricerca.unicusano.it/author/pietro-tasselli/">https://ricerca.unicusano.it/author/pietro-tasselli/</a> E-mail: <a href="mailto:pietro.tasselli@unicusano.it">pietro.tasselli@unicusano.it</a> <b>Orario di ricevimento:</b> Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <a href="http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica">http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</a>
<b>Presentazione</b>	<p><i>L'insegnamento di Impianti termotecnici in edilizia è uno degli insegnamenti di base previsti per il terzo anno del Corso di Studio triennale in Ingegneria Civile – curriculum ambiente e sostenibilità.</i></p> <p><i>Il corso, con un focus particolare sullo sviluppo sostenibile, mira a fornire agli studenti competenze tecniche per la progettazione e gestione degli impianti termici e di climatizzazione in edifici civili. L'obiettivo principale è integrare soluzioni che migliorino l'efficienza energetica degli edifici, riducendo i consumi e l'impatto ambientale, in conformità con le normative italiane ed europee.</i></p> <p><i>Il programma prevede un'introduzione ai fondamenti di termodinamica e trasferimento del calore, trattando i cicli termici (come Rankine e Carnot), essenziali per comprendere il funzionamento degli impianti. Si prosegue con la progettazione degli impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione (HVAC), dove si affrontano le tecnologie di riscaldamento a radiatori, pannelli radianti, pompe di calore, e il recupero del calore negli edifici. Un tema centrale è l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili, come il solare termico e il fotovoltaico, necessaria per edifici a energia quasi zero (nZEB), con un focus sulla progettazione sostenibile.</i></p> <p><i>Oltre agli aspetti teorici, il corso consta di esercitazioni pratiche con software professionali come Termus per la progettazione di impianti di riscaldamento, Blumatica Energy per la certificazione energetica, e EnergyPlus per la simulazione dinamica degli edifici. Questi strumenti permetteranno agli studenti di sviluppare competenze pratiche per simulare e ottimizzare gli impianti in diversi contesti climatici, verificando soluzioni progettuali e rispettando i requisiti normativi.</i></p> <p><i>Il corso, infine, fornisce una panoramica approfondita sulle normative che regolano l'efficienza energetica degli edifici, con riferimento alla Direttiva EPBD e al D.Lgs. 192/2005. Gli studenti acquisiranno le conoscenze necessarie per garantire che gli impianti progettati siano conformi alle normative in vigore e ottimizzati per la riduzione delle emissioni di CO2.</i></p> <p><i>La valutazione si articola in prove scritte teoriche e pratiche, con esercizi che richiedono l'uso di software per progettare impianti e migliorare le prestazioni energetiche degli edifici. Gli elaborati finali, svolti individualmente, consentiranno agli studenti di dimostrare le competenze acquisite.</i></p> <p><i>Il corso ha, quindi, un approccio pratico, con l'obiettivo di formare professionisti in grado di progettare impianti termici che rispondano alle sfide ambientali ed energetiche contemporanee, utilizzando le tecnologie più avanzate disponibili nel settore.</i></p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p><i>L'insegnamento di Impianti termotecnici in edilizia ha i seguenti obiettivi formativi:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>1. acquisire le competenze tecniche per progettare e gestire impianti termici e di climatizzazione (HVAC) in edifici civili, con un focus sull'efficienza energetica;</i></li><li><i>2. comprendere i principi di termodinamica applicati agli impianti termotecnici, inclusi i cicli termici come Rankine e Carnot;</i></li><li><i>3. saper dimensionare e ottimizzare impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione, tenendo conto del fabbisogno energetico degli edifici;</i></li></ol>

	<p>4. integrare fonti di energia rinnovabile (come solare termico, fotovoltaico e pompe di calore) nella progettazione degli impianti termotecnici per edifici sostenibili;</p> <p>5. utilizzare software professionali (Termus, Blumatica Energy, EnergyPlus) per la simulazione e l'ottimizzazione energetica degli impianti;</p> <p>6. conoscere e applicare le normative italiane ed europee sull'efficienza energetica degli edifici e garantire la conformità progettuale.</p>
<b>Prerequisiti</b>	<p>È necessario che lo studente che si avvicina alla preparazione di questa materia abbia una buona padronanza di alcuni argomenti trattati tipicamente nel corso di Fisica tecnica, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenza dei principi fondamentali della termodinamica, inclusi i concetti di energia, lavoro, calore e i principali cicli termici;</li> <li>- capacità di applicare le equazioni del trasferimento di calore (conduzione, convezione, irraggiamento) per l'analisi dei sistemi termici;</li> <li>- comprensione dei bilanci energetici e della conservazione dell'energia in sistemi chiusi e aperti;</li> <li>- familiarità con i concetti di scambio termico tra fluidi e superfici e con l'uso di tabelle termodinamiche per la caratterizzazione dei fluidi.</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento attesi</b>	<p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>  Al superamento del corso, lo studente avrà acquisito una solida conoscenza dei principi di funzionamento degli impianti termotecnici, con particolare riferimento all'efficienza energetica e all'uso di energie rinnovabili. Sarà in grado di progettare e dimensionare impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione (HVAC), utilizzando software di simulazione avanzata. Inoltre, avrà sviluppato la capacità di valutare e migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, applicando le normative vigenti in materia di sostenibilità ambientale.</p> <p><b>Applicazione delle conoscenze</b>  Lo studente, al superamento del corso, sarà in grado di trasferire le conoscenze teoriche nella pratica, affrontando problemi reali legati alla progettazione e gestione degli impianti termotecnici. Sarà capace di analizzare criticamente i bisogni energetici di edifici complessi e proporre soluzioni ottimali per l'uso efficiente delle risorse. Lo studente dimostrerà competenze nella selezione delle tecnologie più adatte per ogni progetto, tenendo conto di fattori ambientali, economici e normativi. Inoltre, avrà sviluppato la capacità di collaborare in gruppi multidisciplinari per implementare strategie energetiche integrate e sostenibili.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b>  Lo studente sarà in grado di sviluppare un'autonomia di giudizio nella valutazione delle soluzioni impiantistiche, sapendo individuare le tecnologie più adatte in base all'efficienza energetica, ai costi e alle normative. Sarà capace di prendere decisioni consapevoli e sostenibili.</p> <p><b>Abilità comunicative</b>  Al termine del corso, lo studente acquisirà solide abilità comunicative, fondamentali per presentare in modo chiaro ed efficace soluzioni progettuali complesse a diversi interlocutori, sia tecnici che non tecnici. Sarà in grado di spiegare i principi alla base delle sue scelte progettuali e di collaborare con professionisti di altri settori, contribuendo attivamente a progetti multidisciplinari legati all'efficienza energetica.</p> <p><b>Capacità di apprendere</b>  Lo studente, al superamento del corso, avrà sviluppato una forte capacità di apprendere in modo autonomo e continuo, fondamentale per restare aggiornato sulle nuove tecnologie e normative nel settore degli impianti termotecnici e dell'efficienza energetica. Sarà in grado di consultare e comprendere documentazione tecnica complessa, articoli scientifici e normative in continua evoluzione. Inoltre, avrà acquisito la padronanza di un linguaggio formale e rigoroso, essenziale per comunicare con precisione in ambito tecnico-professionale, interfacciandosi efficacemente con esperti del settore e garantendo una corretta interpretazione delle informazioni tecniche e normative.</p>

<p><b>Organizzazione dell'insegnamento</b></p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le <b>lezioni preregistrate audio-video</b> che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma, e distribuiti in 6 moduli per aree tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulo 1: <b>Fondamenti di Termodinamica e Trasferimento di Calore</b> - introduzione ai principi della termodinamica applicata agli impianti termici e ai meccanismi di trasferimento del calore, essenziali per la progettazione termotecnica</li> <li>- Modulo 2: <b>Progettazione degli Impianti di Riscaldamento</b> - approfondimento sulle tipologie di impianti di riscaldamento (radiatori, pannelli radianti, pompe di calore), sul calcolo del fabbisogno termico e sulle tecniche di miglioramento dell'efficienza energetica</li> <li>- Modulo 3: <b>Sistemi di Ventilazione e Condizionamento dell'Aria (HVAC)</b> - focus sulla progettazione e ottimizzazione dei sistemi HVAC, inclusi recupero del calore, ventilazione meccanica controllata e strategie di efficienza energetica</li> <li>- Modulo 4: <b>Efficienza Energetica e Sostenibilità</b> - studio delle soluzioni tecniche e dei materiali per aumentare l'efficienza energetica degli edifici, inclusa l'integrazione di energie rinnovabili, e introduzione agli edifici a energia quasi zero (nZEB)</li> <li>- Modulo 5: <b>Normativa e Incentivi per l'Efficienza Energetica</b> - approfondimento delle normative nazionali ed europee (Direttiva EPBD, D.Lgs. 192/2005) e degli incentivi per l'efficienza energetica. Si studieranno i requisiti minimi di prestazione energetica, le procedure per la certificazione energetica (APE) e le agevolazioni per la riqualificazione energetica</li> <li>- Modulo 6: <b>Software di Progettazione e Simulazione Energetica</b> - esercitazioni pratiche su software professionali (Termus, Blumatica Energy, EnergyPlus) per la progettazione, simulazione e ottimizzazione energetica degli impianti termotecnici.</li> </ul> <p>Sono poi proposti dei <b>test di autovalutazione</b> (intermedi e di fine modulo), di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate, tramite i quali ogni studente può valutare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei vari contenuti e prendere coscienza di quali siano, eventualmente, i suoi punti deboli e le sue lacune sui vari argomenti del programma.</p> <p>La <b>didattica interattiva</b> è svolta nei Forum della "classe virtuale" (Area collaborativa della piattaforma) e comprende 6 E-tivity in cui lo studente applica le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione di problemi ed esercizi, relativi ai sei Moduli in cui si suddivide il programma. Quando lo studente riterrà di essere pronto ed aver acquisito le conoscenze e le capacità attese in quel Modulo, potrà accedere al Test valutato (E-tivity) relativo a quel Modulo, e caricato in piattaforma. Sono inoltre presenti, tra il materiale in piattaforma, anche i testi e le soluzioni dei temi d'esame precedenti.</p> <p>Nello specifico, il Corso di Impianti termotecnici prevede 9 c.f.u. (Crediti Formativi Universitari). Il carico totale di studio per questo insegnamento corrisponde circa a 220-230 ore così suddivise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- circa 180 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato;</li> <li>- circa 30 ore di Didattica Interattiva per le E-tivity;</li> <li>- circa 20 ore per esercitazioni su temi d'esame passati caricati in piattaforma.</li> </ul> <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 11 settimane circa, dedicando allo studio circa 20-25 ore a settimana.</p>
<p><b>Contenuti del corso</b></p>	<p><b>Modulo 1 – Fondamenti di Termodinamica e Trasferimento di Calore</b></p> <p>Concetti fondamentali della termodinamica. Cicli termodinamici: Carnot, Rankine, frigoriferi. Trasformazioni termodinamiche: isoterma, isobara, adiabatica. Primo e secondo principio della termodinamica. Energia interna, entalpia, entropia. Trasferimento del calore: conduzione, convezione, irraggiamento. Bilancio energetico nei sistemi chiusi e aperti. Scambiatori di calore.</p> <p><b>E-tivity 1 – Analisi e Applicazione dei Principi Termodinamici in Scenari Reali</b></p> <p>Analizzare un caso pratico di impianto termotecnico e descrivere come vengono applicati i principi del primo e secondo principio della termodinamica. Identificare le modalità di trasferimento del calore presenti. Condividere le riflessioni con il docente mediante la stesura di una relazione in formato pdf.</p> <p><b>Modulo 2 – Progettazione degli Impianti di Riscaldamento</b></p> <p>Tipologie di impianti di riscaldamento. Impianti a radiatori. Impianti a pannelli radianti. Pompe di calore. Calcolo del fabbisogno termico degli edifici. Bilancio energetico per il riscaldamento. Ottimizzazione dell'efficienza energetica. Integrazione delle fonti di energia rinnovabile. Normative di riferimento per impianti di riscaldamento. Strategie per la riduzione dei consumi energetici.</p> <p><b>E-tivity 2 – Progettazione di un Impianto di Riscaldamento per Edifici Sostenibili</b></p> <p>Progettare un impianto di riscaldamento per un edificio residenziale, scegliendo una delle tecnologie trattate (radiatori, pannelli radianti, pompe di calore). Calcolare il fabbisogno termico e integrare soluzioni per l'efficienza energetica. Condividere la relazione con il docente mediante la stesura di un PDF.</p>

### **Modulo 3 – Sistemi di Ventilazione e Condizionamento dell'Aria (HVAC)**

*Progettazione dei sistemi HVAC. Ventilazione naturale e meccanica. Recupero del calore. Ventilazione meccanica controllata (VMC). Condizionamento dell'aria. Sistemi di deumidificazione. Bilancio energetico negli impianti HVAC. Efficienza energetica dei sistemi di climatizzazione. Filtri dell'aria. Sistemi di controllo e automazione HVAC. Normative di riferimento per gli impianti HVAC. Riduzione dei consumi energetici nei sistemi HVAC.*

#### **E-tivity 3 – Progettazione di un Sistema HVAC ad Alta Efficienza Energetica per Edifici Residenziali**

*Progettare un sistema HVAC per un edificio residenziale, ottimizzando la ventilazione e il recupero del calore. Scegliere tra ventilazione naturale o meccanica controllata (VMC) e calcolare il bilancio energetico. Condividere la progettazione e le riflessioni mediante la stesura di una relazione in formato PDF da inviare al docente.*

### **Modulo 4 – Efficienza Energetica e Sostenibilità**

*Strategie di efficienza energetica. Energia rinnovabile negli edifici. Solare termico. Fotovoltaico. Pompe di calore geotermiche. Edifici a energia quasi zero (nZEB). Riduzione delle emissioni di CO2. Materiali isolanti ad alta efficienza. Sistemi passivi per il risparmio energetico. Analisi del ciclo di vita (LCA). Certificazioni energetiche. Normative nazionali ed europee sull'efficienza energetica.*

#### **E-tivity 4 – Progettazione di Soluzioni Sostenibili per Edifici a Energia Quasi Zero (nZEB)**

*Progettare soluzioni sostenibili per un edificio a energia quasi zero (nZEB), integrando fonti di energia rinnovabile come solare termico o fotovoltaico. Considerare l'utilizzo di materiali isolanti ad alta efficienza e strategie passive. Condividere le soluzioni proposte mediante una relazione in formato PDF da inviare al docente.*

### **Modulo 5 – Normativa e Incentivi per l'Efficienza Energetica**

*Direttiva EPBD. Decreto Legislativo 192/2005. Requisiti minimi di prestazione energetica. Attestato di Prestazione Energetica (APE). Normative regionali e locali sull'efficienza energetica. Certificazioni energetiche degli edifici. Incentivi statali per la riqualificazione energetica. Conto termico. Ecobonus. Agevolazioni fiscali per edifici sostenibili. Normative europee sulle energie rinnovabili. Compliance normativa per edifici a energia quasi zero (nZEB).*

#### **E-tivity 5 – Analisi Normativa e Incentivi per la Riqualificazione Energetica di Edifici Esistenti**

*Analizzare la normativa vigente relativa all'efficienza energetica e individuare gli incentivi disponibili per la riqualificazione energetica di un edificio esistente. Considerare strumenti come l'Ecobonus e il Conto Termico. Redigere una relazione in formato PDF descrivendo le agevolazioni applicabili e inviarla al docente per la valutazione.*

### **Modulo 6 – Software di Progettazione e Simulazione Energetica**

*Termus per la progettazione di impianti termici. Blumatica Energy per la certificazione energetica. EnergyPlus per la simulazione dinamica degli edifici. DesignBuilder come interfaccia grafica per EnergyPlus. Edilclima EC700 per il calcolo del fabbisogno energetico. Modellazione degli impianti termotecnici. Simulazione delle prestazioni energetiche. Ottimizzazione dei consumi energetici. Conformità normativa tramite software. Analisi di scenari energetici alternativi.*

#### **E-tivity 6 – Progettazione e Simulazione Termotecnica ed Energetica di un Edificio con Software Professionali**

*Utilizzare almeno due software (ad es. Termus per la progettazione termotecnica e Blumatica Energy o EnergyPlus per la simulazione dell'efficienza energetica) per progettare e ottimizzare un impianto in un edificio residenziale. Redigere una relazione in formato PDF con i risultati e inviarla al docente per la valutazione.*

<p><b>Materiali di studio</b></p>	<p><i>I materiali didattici sono a cura del docente.</i>  <i>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide.</i>  <i>Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</i></p> <p><i>Ulteriori testi consigliati:</i>  <i>A. Motta, A. Motta, Impianti termotecnici, Hoepli Editore.</i>  <i>E. Fornasini, Manuale di progettazione degli impianti di riscaldamento, EPC Editore.</i>  <i>M. Ceraolo, Impianti HVAC. Progettazione ed efficienza energetica, Maggioli Editore.</i>  <i>V. Corrado, A. Capozzoli, Simulazione energetica degli edifici con EnergyPlus, Dario Flaccovio Editore.</i>  <i>Blumatica Software Team, Blumatica Energy: Guida alla Certificazione Energetica degli Edifici, Blumatica.</i>  <i>S. Corgnati, M. Filippi, Termotecnica: Conoscenze e strumenti per l'efficienza energetica negli impianti, Maggioli Editore.</i></p>
<p><b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b></p>	<p><i>L'esame, sia quando svolto nella sede di Roma, sia quando svolto fuori sede, consiste nello svolgimento di una <b>prova scritta</b> della durata di <b>90 minuti</b>, tendente ad accertare le conoscenze acquisite dallo studente, e la sua capacità di applicarle allo svolgimento di problemi ed esercizi.</i>  <i>La prova scritta prevede <b>5 esercizi a risposta aperta</b> ed è valutata al massimo <b>28 trentesimi</b>.</i>  <b><i>Durante la prova scritta NON è consentito utilizzare dispense, appunti, testi o formulari in formato cartaceo né digitale. L'uso della calcolatrice è consentito solo nel caso di calcolatrici non scientifiche né programmabili.</i></b></p> <p><i>In accordo con il modello formativo del Corso di Studi, la valutazione finale dell'insegnamento, espressa in trentesimi, prende in considerazione anche l'attività svolta in itinere dallo studente e valutata attraverso il punteggio assegnato alle tre E-tivity proposte.</i>  <i>Più precisamente, ai fini della <b>valutazione complessiva dell'esame</b>, fino a <b>3 trentesimi</b> sono assegnati allo studente in virtù del superamento dei 6 test valutati nelle E-tivity (1 trentesimo per 2 o 3 E-tivity superate; 2 trentesimi per 4 o 5 E-tivity superate; 3 trentesimi per 6 E-tivity superate), e i restanti <b>28 trentesimi</b> sono assegnati allo studente sulla base dell'andamento della prova scritta finale. Un punteggio totale di 31 trentesimi si tradurrà nella votazione finale di 30/30 con Lode.</i></p> <p><b><u>NOTA SUL PUNTEGGIO DELLE E-TIVITY</u></b>  <i>Sarà verificato dal docente <b>5 giorni prima della prova finale</b> l'avvenuto superamento delle E-tivity in piattaforma. Se uno studente dovesse completare le E-tivity nei cinque giorni precedenti la prova finale, l'esito di tale e-tivity NON sarà considerato dal docente.</i>  <i>Il massimo punteggio che può essere totalizzato, come detto sopra, è 31 trentesimi (30 con Lode), di cui 28 provenienti dai 5 esercizi aperti, e 3 provenienti dalle E-tivity, svolte in piattaforma.</i></p> <p><b>NOTA BENE:</b>  <i>Lo studente che deve sostenere l'esame sull'intero programma da 9 c.f.u. potrà scegliere, indicando in sede d'esame la sua scelta, di svolgere l'esame attraverso <b>DUE PROVE PARZIALI</b>.</i></p>
<p><b>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</b></p>	<p><i>L'assegnazione dell'<b>elaborato finale</b> avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici <b>interessi</b> in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono <b>preclusioni</b> alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una <b>media particolare</b> per poterla richiedere.</i></p>