



Progetto  
di eccellenza

# SEI ICEA

SMART ENGINEERING INFRASTRUCTURES



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE  
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL  
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE  
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL  
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING

Introduzione a SEI	1
Obiettivi di SEI	2
Le tre linee di sviluppo	3
<b>SMART LAB</b>	
Obiettivi	4
Innovazione	5
Ricadute	6
<b>SMART LEARNING</b>	
Obiettivi	7
Innovazione	8
Ricadute	9
<b>SMART LIVING</b>	
Obiettivi	10
Innovazione	11
Ricadute	12
Conclusioni	13



Con il progetto **SEI ICEA** il Dipartimento individua gli obiettivi da perseguire nello sviluppo di eccellenza del quinquennio 2023-27 sul tema delle **Smart Engineering Infrastructures (SEI)**.

Le **SEI** sono soluzioni infrastrutturali di pubblica utilità che rendono sostenibile e sicuro l'ambiente naturale e costruito: sono progettate, costruite e monitorate secondo sistemi innovativi e intelligenti.

Tali sistemi consentono un controllo continuo e la possibilità di adeguamenti in tempo reale, in risposta a potenziali problemi.

Progressi nelle conoscenze e nelle applicazioni in questo settore sono obiettivi importanti per raggiungere livelli ottimali di produttività, efficienza, sostenibilità e sicurezza in una sfida globale più ampia che mira alla realizzazione delle cosiddette **Smart City**.

# Introduzione

## al Progetto



## OBIETTIVI

# 2023/27

Il Dipartimento ICEA si pone l'obiettivo complessivo di divenire un **polo di eccellenza per la ricerca, la formazione e il trasferimento di conoscenze nel settore delle Smart Engineering Infrastructures (SEI)**, intese come soluzioni infrastrutturali che rendono sostenibile e sicuro l'ambiente naturale e costruito perché progettate con sistemi innovativi e intelligenti che, assicurandone il rilevamento e la gestione continua di informazioni, ne ottimizzano la funzionalità.

Il progetto mira a contribuire allo sviluppo di linee di ricerca e alla formazione di ingegneri con competenze specifiche per una implementazione sempre più matura di soluzioni SEI.

Le soluzioni SEI infatti, rispetto alle infrastrutture tradizionali presentano indubbi vantaggi: oneri finanziari ridotti grazie ad aggiornamenti predittivi in luogo della tradizionale manutenzione programmata; utilizzi agili in risposta a cambiamenti ambientali o sociali anche rapidi, generati da mutamenti climatici o dall'errato comportamento antropico; sistemi efficienti di sicurezza e di allerta.

## LE TRE LINEE DI SVILUPPO

Il progetto prevede **tre linee di sviluppo** da realizzare nel settore SEI:

- **SMART LAB:** creazione di una rete integrata e multidisciplinare di laboratori per attività di ricerca di alto profilo e per supporto tecnico e scientifico al territorio;
- **SMART LEARNING:** innovative proposte di formazione per studenti di LM e di Dottorato (nuovo curriculum di studi per LM, didattica sperimentale per la connessione tra docenza in aula e rete Smart Lab, internazionalizzazione e confronto con realtà eccellenti);
- **SMART LIVING:** implementazione interna di soluzioni SEI per l'ottimizzazione della fruibilità di aule e aree verdi nel Dipartimento, mediante sistemi innovativi di aerazione, illuminazione e connessione digitale.

## SMART LAB

La prima linea di sviluppo **SMART LAB** mira alla creazione di una **rete integrata e multidisciplinare di laboratori ICEA** per attività di ricerca di alto profilo e per il supporto tecnico-scientifico alle realtà territoriali nel settore SEI.

### SMART LAB: Obiettivi

Mediante il potenziamento del sistema attuale di laboratori e il rafforzamento di settori disciplinari strategici, lo scopo è quello di:

- condurre **PROVE SPERIMENTALI COMPLESSE** relative a: caratterizzazione del comportamento termo-meccanico di materiali da costruzione e di elementi strutturali; tecniche di Edilizia 4.0, prototipazione rapida e stampa 3D; produzione di energia rinnovabile idroelettrica, ondosa, mareale e eolica offshore; studio di fenomeni erosivi localizzati e di soluzioni per il contenimento di perdite idriche; studio di veicoli autonomi, di nuovi sistemi di gestione della mobilità; ricerche nell'ambito delle smart roads e dei sistemi di comunicazione e cooperazione V2X; recupero di energia termica dalle pavimentazioni stradali e impiego di materiali da riciclo nelle pavimentazioni e nei materiali da costruzione;
- sviluppare e implementare tecniche di **RILIEVO E MONITORAGGIO** relative a: sistemi integrati IoT per il controllo dell'ambiente naturale e costruito; rilevamento digitale e tecniche di Scan to BIM; metodologie integrate di monitoraggio di strutture e infrastrutture mediante sensori ottico-acustici;
- approfondire e applicare metodi di gestione e analisi di **DATI COMPLESSI E BIG DATA** relativi a: modellistica statistico-analitica e tecnologie per l'analisi di dati strutturati e non strutturati derivanti da sistemi IoT e da altre fonti eterogenee; algoritmi e tecniche di Machine Learning; modellazione avanzata di fenomeni ingegneristici complessi; metodologie innovative di valutazione economica di progetti, piani e politiche.





## SMART LAB: Innovazione

La linea SMART LAB presenta molteplici elementi di **innovazione e originalità**:

- possibilità di eseguire **prove sperimentali uniche** nel contesto nazionale, riferite ad esempio alla caratterizzazione del comportamento termo-meccanico di materiali da costruzione per SEI, soggetti a condizionamenti termici, sotto carico, sia statico che ciclico ad alte frequenze e allo studio di terreni parzialmente saturi. Tra le attrezzature di ricerca acquisite, alcune sono presenti solo in pochi laboratori specializzati nel contesto nazionale ed europeo;
- il BIM può **riportare al contesto costruttivo contemporaneo la Stereotomia**, antica arte di creare grandi superfici dall'assemblaggio di piccoli elementi che, applicata alle infrastrutture, favorisce la salvaguardia dell'ambiente con la creazione di singoli moduli che possono essere riciclati e/o riutilizzati per altri fini;
- i **sistemi di guida autonoma** costituiscono una peculiarità assoluta in riferimento alle finalità della ricerca, in quanto rare sono nel panorama nazionale le strutture sperimentali di Smart Mobility;
- il potenziamento di un **canale marittimo** (LWF - Large Wave Flume) situato nell'area di Voltabarozzo, fra i 10 più grandi d'Europa (lungo 150m, largo 2.0m e alto 2.5m), consentirà lo sviluppo della tecnologia delle turbine eoliche galleggianti, strategica per il settore delle rinnovabili;
- nuove attrezzature di **acquisizione dati** per il monitoraggio acustico distribuito e un interrogatore per FBG, andranno ad affiancare e potenziare i sistemi attuali per l'estensimetria elettrica e ottica. Inoltre si predisporrà una camera di calibrazione per sensori ottici, unica nel contesto nazionale;
- la presenza strutturata in ICEA di **settori trasversali** come Matematica, Statistica, Estimo ed Economia, congiuntamente a discipline proprie dell'Ingegneria Civile, Edile-Architettonica e Ambientale, assicura un approccio integrato e multidisciplinare alla ricerca nel settore SEI, nonché specifiche competenze per la creazione di un ambiente evoluto di Data Engineering e Data Analytics.



## SMART LAB: Ricadute

L'attualità dei temi e il carattere sperimentale della linea SMART LAB contribuiranno a **generare significativi impatti** per la collettività grazie alla crescita delle conoscenze, la valorizzazione economica delle tecnologie sviluppate e le partnership con soggetti terzi. L'impatto atteso è nell'aumentata capacità di:

- prospettare **soluzioni a problematiche aperte** a livello accademico e settoriale con pubblicazioni scientifiche e divulgative di alto interesse scientifico e applicativo;
- partecipare a **bandi competitivi** per i quali l'ambiente SMART LAB e l'approccio multidisciplinare costituiscono condizioni di premialità;
- svolgere attività di **terza missione e trasferimento tecnologico**. La specificità e l'unicità di alcune attrezzature consentiranno di incrementare i contratti esterni del Dipartimento, in quanto potenzialmente unico fornitore di alcuni servizi a livello locale e nazionale;
- contribuire alla **diffusione di tecnologie abilitanti** di Industria 4.0 (Additive manufacturing, Simulation, BIG Data & Analytics) e di metodologie correlate, derivante dalle attività di terza missione orientate verso realtà imprenditoriali ed enti territoriali;
- **attrarre dall'estero ricercatori** e Visiting Scholars. Si attende anche un incremento del numero di applicazioni dall'estero a posizioni di Individual Grants che potranno essere ospitate presso ICEA (come ERC, MSCA, MSCA SEAL OF EXCELLENCE@UNIPD, RISE, ITN, STARS GRANTS, TALENT@UNIPD);
- valorizzare la politica di Ateneo sulla **sostenibilità ambientale** e rispondere in modo puntuale agli obiettivi ONU di sviluppo sostenibile.



# SMART LEARNING

La seconda linea di sviluppo **SMART LEARNING** mira a promuovere la formazione degli studenti delle Lauree Magistrali e del Dottorato nelle tematiche del settore SEI.

## SMART LEARNING: Obiettivi

Mediante il rafforzamento di risorse di docenza e attraverso proposte didattiche specifiche, lo scopo è quello di:

- proporre un **nuovo CURRICULUM della LM** in Ingegneria Civile “Intelligent Systems & Infrastructures Engineering” erogato in lingua inglese sui temi della progettazione, monitoraggio, manutenzione e conservazione di sistemi, strutture e infrastrutture smart;
- implementare **forme di didattica sperimentale smart** per la connessione alla rete SMART LAB durante le lezioni in aula, usufruendo di apparati di controllo on line che consentano l’uso in tempo reale di strumentazioni di laboratorio, l’accesso alla realtà virtuale e aumentata e la visualizzazione in diretta dei risultati;
- promuovere l’**internazionalizzazione** e il confronto con realtà di eccellenza, con l’intensificazione di programmi di scambio, visite didattiche e Summer School, anche usufruendo delle collaborazioni di ricerca potenziate grazie alla linea SMART LAB.



## SMART LEARNING: Innovazione

La linea SMART LEARNING presenta molteplici elementi di innovazione e originalità:

- il **nuovo curriculum in inglese** della LM in Ingegneria Civile rappresenta una proposta innovativa nel panorama dell'offerta formativa nazionale, pienamente congruente con le esigenze attuali del mercato del lavoro, che necessita di agire in modo smart sul patrimonio infrastrutturale;
- la **didattica sperimentale smart**, nel coinvolgere direttamente gli studenti in attività di progettazione e di simulazione avanzata, favorisce la diffusione dell'impiego di tecnologie abilitanti di Industria 4.0 (Realtà Aumentata, Cloud, IoT, Simulazione), rendendo l'azione didattica innovativa rispetto alla proposta educativa tipica delle realtà accademiche nazionali;
- l'**arricchimento del percorso formativo** degli studenti di LM/Dottorato con attività seminariali e visite didattiche specificatamente orientate alle tematiche del settore SEI, anche individuate nell'ambito delle collaborazioni di ricerca che si attendono potenziate grazie alla realizzazione della linea SMART LAB, rappresenta un ulteriore elemento di originalità.

## SMART LEARNING: Ricadute

La linea SMART LEARNING indurrà un progressivo incremento dell'attuale livello di qualità della didattica erogata, migliorando il rating di Ateneo nelle aree del Dipartimento. L'impatto atteso è nell'aumentata capacità di:

- formare **figure professionali** con elevato grado di conoscenze teorico-pratiche, e ricercatori di eccellenza nel settore SEI, con ricadute immediate sul mondo del lavoro e sul potenziale futuro accademico di giovani ricercatori;
- attrarre **studenti italiani e stranieri** nei corsi di laurea e nel dottorato del Dipartimento, intercettando puntualmente l'interesse delle giovani generazioni per le applicazioni IoT, l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata nelle aree dell'Ingegneria Civile, Edile-Architettonica e Ambientale;
- erogare una **didattica efficace e inclusiva** attraverso il coinvolgimento diretto di studenti in attività sperimentali, facilitando la partecipazione anche in presenza di contingenti elevati e/o di esperimenti delicati o effettuati con strumentazioni sofisticate.



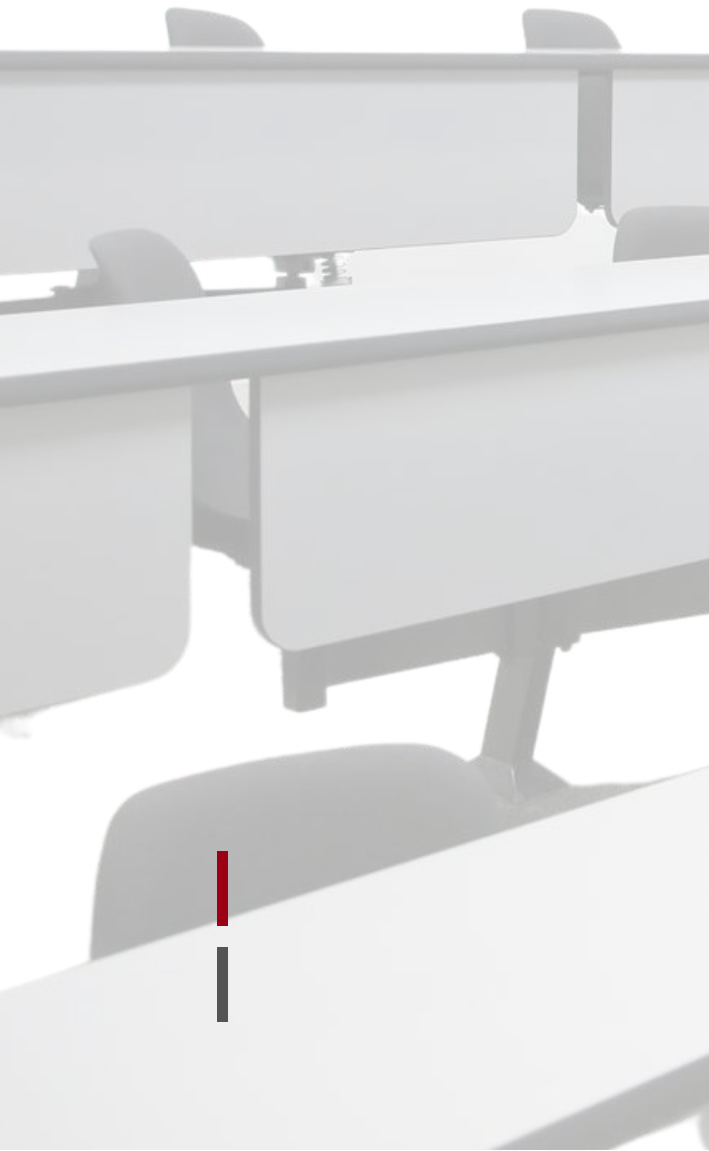
## SMART LIVING

La terza linea di sviluppo **SMART LIVING** mira a promuovere l'adozione di sistemi innovativi intelligenti per migliorare la fruibilità e il comfort di aule didattiche e di aree verdi nella sede storica di ICEA, in un'ottica di sperimentazione, implementazione e monitoraggio di soluzioni SEI interne al Dipartimento.

### SMART LIVING: Obiettivi

Mediante la realizzazione di interventi per l'efficientamento energetico, l'aerazione, la connessione digitale, la riconversione di ambienti, lo scopo è quello di:

- garantire **standard di VIVIBILITA'** e fruibilità elevati negli ambienti dedicati alla didattica, con attenzione alla sostenibilità, in una logica di miglioramento dell'accesso ai sistemi informativi, del comfort visivo e termico e della sicurezza dal punto di vista sanitario;
- alimentare **linee di ricerca** della rete SMART LAB grazie all'integrazione tra SENSORISTICA e IoT, ovvero tra raccolta di dati derivanti da sensori ed elaborazione di sistemi IoT;
- dotarsi di **AREE POLIFUNZIONALI** per creare anche all'aperto, soluzioni accoglienti e innovative atte a favorire gli scambi, il lavoro individuale e di gruppo, l'organizzazione di riunioni informali ed eventi.

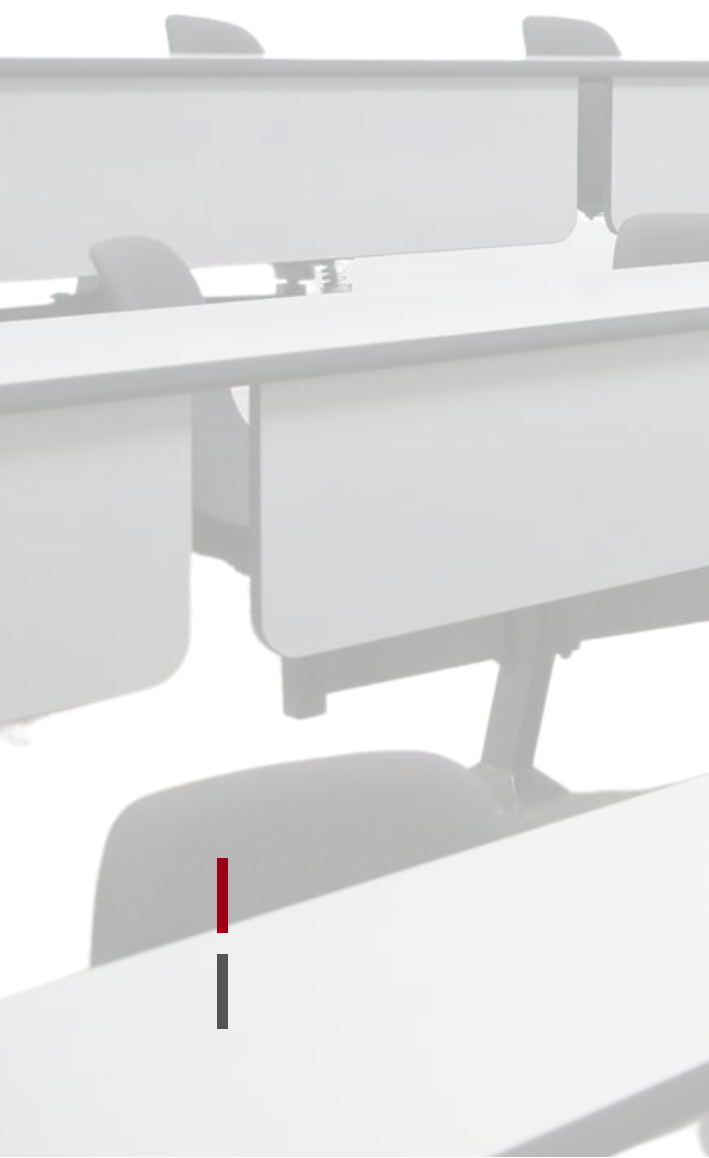


## SMART LIVING: Innovazione

La linea SMART LIVING presenta molteplici elementi di innovazione e originalità:

- il **miglioramento degli spazi didattici** coglie puntualmente l'attenzione crescente su questi aspetti a seguito della pandemia di Covid-19 e la necessità di interventi per la purificazione degli ambienti, come dimostrano le recenti disposizioni del DPCM-26 luglio 2022 per il comparto scolastico;
- riguardando ambienti con vincoli architettonici, gli interventi richiedono **soluzioni sfidanti e innovative** tali da configurarsi come living lab per testare nuove strategie di miglioramento del comfort in edifici storici;
- le proposte rispondono all'approccio **Smart Energy di Industria 4.0**, in quanto particolare attenzione è rivolta all'efficientamento energetico degli spazi;
- l'implementazione di **dispositivi intelligenti** negli ambienti genererà un flusso di dati per processi di analisi e simulazione predittiva all'interno della rete SMART LAB, gestiti come casi studio interni sulle SEI, anche con il coinvolgimento di studenti e dottorandi.





## SMART LIVING: Ricadute

La linea SMART LIVING si colloca in un'ottica innovativa di **ammodernamento degli ambienti**, con l'obiettivo peculiare di ampliare qualità, efficienza e sostenibilità degli spazi a disposizione di chi lavora e studia presso ICEA. L'impatto atteso è nell'aumentata capacità di:

- perseguire il **benessere delle persone** e la sostenibilità degli ambienti;
- proporre **best practice** sull'adeguamento di spazi, esportabili in altre sedi universitarie collocate in contesti storici;
- registrare **valutazioni positive degli studenti** su aule e relativi allestimenti tecnici;
- favorire la **permanenza di studenti in contesti formativi** e incentivarne condivisione e scambio di conoscenze;
- offrire ospitalità per Visiting Scientist in spazi rigenerati;
- **ridurre i costi operativi** e di manutenzione dell'impiantistica delle aule didattiche.



## CONCLUSIONI

In conclusione, il Progetto SEI ICEA mira ad esprimere il pieno potenziale nel settore SEI a livello nazionale e internazionale, in un'ottica di integrazione delle tre linee previste.

La rete SMART LAB consentirà di sviluppare l'attività sperimentale che alimenterà le conoscenze, il materiale formativo e le collaborazioni a supporto della linea SMART LEARNING.

Inoltre la generazione di dati provenienti dalla sensoristica della linea SMART LIVING verrà utilizzata per generare processi di analisi da parte della rete SMART LAB, contribuendo in particolare allo sviluppo delle linee di ricerca del settore SEI collegate all'efficientamento energetico e al miglioramento illuminotecnico.

Il governo del progetto assicurerà il raggiungimento di precisi target, misurati mediante gli indicatori esplicitati nel quadro D8. Inoltre, entro la fine del quinquennio ICEA intende aderire al progetto U-Multirank World Universities Rankings puntando, nei settori di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale, alla qualificazione Very good per le sezioni Research, Knowledge Transfer e Teaching & Learning (Students' view), con riferimento per quest'ultima sezione ai temi IT provision, Digital teaching e Room facilities.





**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE**  
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL  
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING