



SMART ENGINEERING INFRASTRUCTURES

D.0 – Sintesi del Progetto

Con il progetto SEI ICEA il Dipartimento intende comunicare l'identità da perseguire nello sviluppo di eccellenza del quinquennio 2023-2027 sul tema delle Smart Engineering Infrastructures (SEI), intese come soluzioni infrastrutturali di pubblica utilità che rendano sostenibile e sicuro l'ambiente naturale e costruito, in quanto progettate, costruite e monitorate secondo sistemi innovativi e intelligenti. Sono proprio questi sistemi a consentirne un controllo continuo e la possibilità di adeguamenti in tempo reale in risposta a potenziali problematiche. Progressi nelle conoscenze e nelle applicazioni in questo settore rappresentano obiettivi importanti per raggiungere livelli ottimali di produttività, efficienza, sostenibilità e sicurezza all'interno di una sfida globale più ampia che mira alla realizzazione delle cosiddette Smart City.

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 alle realtà territoriali;
- 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 di eccellenza);
- SMART LIVING: ottimizzazione della fruibilità, dell'efficientamento energetico, della connessione digitale e del comfort di aule didattiche e di aree verdi nel Dipartimento, a beneficio di studenti, del personale ICEA, di Visiting Scientists e di visitatori esterni.

Il progetto presenta un'articolazione attenta al modello Industria 4.0, al fine di conseguire reali e rilevanti ricadute sul territorio, nel confronto con aziende, *stakeholders* e istituzioni pubbliche e private.

SEI ICEA propone un percorso di crescita e sviluppo che, con una serie di azioni sfidanti, sinergiche e strategiche di potenziamento e ampliamento degli indirizzi di ricerca, delle attrezzature scientifiche, delle opportunità didattiche di alta qualificazione e del personale dedicato, porti il Dipartimento a configurarsi come polo di eccellenza riconosciuto a livello nazionale e internazionale per la ricerca e la formazione nel settore delle *Smart Engineering Infrastructures*.

D.1 – Stato dell’arte del Dipartimento

L’ambiente, costruito e naturale, costituisce il campo d’azione di ICEA, che si avvale della scienza e della tecnologia per proporre soluzioni adeguate di progettazione, monitoraggio, intervento e gestione, di sistemi infrastrutturali e complessi architettonici e urbanistici, garantendone sicurezza, sostenibilità e funzionalità.

L’approccio ICEA si fonda su innovazione tecnologica e sviluppo di conoscenze teoriche, sperimentali e computazionali, orientate negli ultimi anni verso i seguenti assi: Smart Production, produzione di materiali eco-sostenibili; Smart Service, gestione integrata e interoperabile delle fasi di progettazione e gestione di opere civili; Smart Energy, sviluppo di sistemi per la sostenibilità ambientale delle infrastrutture; Industria 4.0, con particolare riferimento all’Advanced/Additive Manufacturing, Augmented/Virtual Reality, 3D Modeling, Big Data & Analytics.

Il progetto SEI ICEA rappresenta un’opportunità straordinaria per esprimere competitività scientifica e tecnologica nel settore SEI, partendo da condizioni accademiche consolidate e dai seguenti punti di forza:

1. alto profilo scientifico, testimoniato dalla VQR e da ranking accademici. Secondo l’URAP Unipd è 2° in Italia per Ingegneria Ambientale; secondo il QS University Rankings è 7° per Ingegneria Civile. La classifica della Stanford University attesta che 9 docenti ICEA sono presenti nel 2% dei migliori ricercatori al mondo, di cui 6 posizionati anche nel ranking riferito all'intero arco della carriera;
2. laboratori di ricerca qualificati che svolgono un ruolo centrale dell’attività scientifica e della interconnessione con il territorio;
3. 25 SSD in settori fondanti dell’Ingegneria Civile, Edile-Architettonica e Ambientale e in settori trasversali, che garantiscono un approccio multidisciplinare nello sviluppo di iniziative didattiche e di ricerca;
4. PTA rinnovato nei settori dedicati alla didattica, alla ricerca, ai servizi web e ad altre funzionalità, per una gestione efficiente delle attività dipartimentali;
5. efficaci strategie per attrarre risorse nazionali e internazionali. ICEA ha conseguito negli ultimi 6 anni: 1 progetto ERC, 3 H2020 (1 Marie Skłodowska-Curie Action), 2 Horizon Europe (1 Marie Skłodowska-Curie Action), 1 PRIMA, 5 INTERREG, 4 PRIN, 1 FISR, 2 progetti ministeriali (MATTM, MAECI), 9 progetti con istituzioni universitarie e di ricerca italiane e straniere;
6. fitta rete di collaborazioni esterne, derivata dall’intensa attività di terza missione. Negli ultimi 5 anni ICEA ha aderito a 3 RIR (Venetian Green Building Cluster, Veneto Clima ed Energia, Veneto Green Cluster) e promosso 2 centri studi: “Mobility & Behavior” e “Circular Economy - Waste, Materials & Sustainability”. I ricercatori ICEA hanno attivato 6 spin-off. Nel triennio 2019-21 sono stati depositati 3 brevetti e l’importo del finanziamento da attività conto terzi ha superato i 5,5 milioni di euro con un incremento del 52% rispetto al triennio precedente;
7. importanti collaborazioni con università straniere e attivazione dal 2017 di 24 accordi. ICEA ha attivato con l’Università del Camerun 6 programmi di doppio titolo. E’ inoltre coinvolto in altri 3 programmi di doppio titolo e dal 2022/23 avrà attivi 7 accordi per il progetto Top International Managers in Engineering. La Commissione Europea ha inoltre finanziato l’Erasmus Mundus "Climate Change & Diversity: Sustainable Territorial Development”;
8. interdisciplinarietà e presenza di docenti stranieri nel Dottorato in Scienze dell’Ingegneria Civile, Ambientale e dell’Architettura. Il dottorato, organizzato in 2 curricula, vanta 88 docenti, di cui 26 afferenti a università straniere o enti di ricerca internazionali, e 46 dottorandi, di cui 14 con titolo estero di LM.

Il Dipartimento riconosce alcuni punti di debolezza o ambiti che richiedono un potenziamento:

1. alcuni laboratori necessitano di integrare attrezzature o infrastrutture di ricerca per poter seguire linee di ricerca innovative;
2. diversi settori disciplinari soffrono la carenza di personale specificatamente dedicato alla ricerca, in grado di affrontare la crescente attività scientifica e di terza missione;
3. le aule didattiche collocate in edifici storici non sono sempre confortevoli e funzionalmente adeguate poiché di vecchia concezione, con ricadute negative sulle opinioni degli studenti;
4. le attrezzature tecnico/informatiche delle aule richiedono adeguamenti per consentire l'adozione di sistemi didattici innovativi che migliorino l'esperienza partecipativa degli studenti;
5. gli spazi per convivialità e studio per studenti sono ridotti e le aree verdi in via Marzolo non sono fruibili;
6. i corsi di LM afferenti al Dipartimento presentano una limitata attrattività verso studenti stranieri.

A fronte delle criticità, sono ravvisabili opportunità esterne con il potenziale di sostenere lo sviluppo del Dipartimento e in particolare la realizzazione del progetto:

1. lo sviluppo del settore SEI, all'interno della tematica delle *Smart City*, rappresenta una reale esigenza per affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche legate al processo di inurbamento globale;
2. il tessuto imprenditoriale e istituzionale locale, sempre più attento alle innovazioni in tema di infrastrutture, può contribuire positivamente all'impatto e alla sostenibilità del progetto;
3. la rete di collaborazioni sviluppata negli anni, costituisce un supporto esterno in grado di potenziare ulteriormente il progetto;
4. la disponibilità di spazi nella sede di Voltabarozzo rappresenta per i laboratori di ricerca un'importante opportunità di integrazione rispetto agli ambienti della sede storica;
5. la naturale predisposizione e la crescente attenzione dei giovani alle tecnologie IoT, di intelligenza artificiale e di realtà aumentata, costituiscono elementi su cui far leva per avanzare proposte formative, rendendo più attrattivo lo studio dell'Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale.

Infine sono da evidenziare alcuni rischi che possono indebolire l'impatto del piano di espansione, arginabile da una strategia ben progettata:

1. tendenze generali di recessione economica, in particolare per il settore dell'Ingegneria Civile, che possono distogliere l'attenzione dal settore SEI;
2. il riscontro di realtà territoriali e imprenditoriali non ancora pronte all'implementazione effettiva di soluzioni per infrastrutture intelligenti o frenate da modelli organizzativi tradizionali.

D.2 - Obiettivi complessivi di sviluppo del dipartimento

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, che rispetto a 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 di sicurezza e di allerta efficienti.

Nel perseguire tale obiettivo, sono identificate tre linee di sviluppo da implementare nel quinquennio 2023-27:

1. SMART LAB,
2. SMART LEARNING,
3. SMART LIVING.

1. 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. 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 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.

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 meccanico di materiali da costruzione per SEI, soggetti a condizionamenti termici, anche sotto carico e allo studio di terreni parzialmente

saturi. Inoltre 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;
- la presenza strutturata all'interno di ICEA di settori quali: Matematica, Statistica, Estimo ed Economia, congiuntamente ad ambiti disciplinari propri dell'Ingegneria Civile, Edile-Architettonica e Ambientale, costituisce un elemento di spiccata originalità che assicura un approccio integrato e multidisciplinare alle linee di ricerca nel settore SEI, nonché specifiche competenze per la creazione di un ambiente evoluto di Data Engineering e Data Analytics.

L'attualità delle tematiche e il carattere sperimentale della linea SMART LAB contribuiranno a generare significativi impatti per la collettività grazie all'evoluzione 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 nazionali e internazionali 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 delle attrezzature consentiranno l'aumento del volume dei 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, MSCA MARATHON@UNIPD);
- valorizzare la politica di Ateneo sulla sostenibilità ambientale e rispondere in modo puntuale agli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

2. 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. 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.

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.

La linea SMART LEARNING indurrà un progressivo incremento dell'attuale livello di qualità della didattica erogata, ottimizzando a livello nazionale e internazionale il rating di Ateneo nelle aree tematiche 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 gli interessi delle giovani generazioni sulle applicazioni IoT, sull'intelligenza artificiale e sulla 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.

3. 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 (allegato 1), in un'ottica di sperimentazione, implementazione e monitoraggio di soluzioni SEI internamente al Dipartimento. Mediante la realizzazione di interventi per l'efficientamento energetico, l'areazione, la connessione digitale, la riconversione di ambienti, lo scopo è quello di:

- garantire standard di VIVIBILITÀ 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 atte a favorire gli scambi, il lavoro individuale e di gruppo, l'organizzazione di riunioni informali ed eventi.

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 e l'aerazione degli ambienti, come dimostrano le recenti disposizioni del DPCM-26 luglio 2022 per il comparto scolastico;
- gli interventi rispondono all'approccio Smart Energy di Industria 4.0, in quanto particolare attenzione è rivolta all'efficientamento energetico degli ambienti;
- un ulteriore elemento di originalità è dato dal fatto che l'implementazione di dispositivi intelligenti negli ambienti genererà un flusso di dati che alimenterà processi di analisi e simulazione predittiva all'interno della rete SMART LAB, gestiti come casi studio interni sulle SEI dai gruppi di ricerca ICEA, anche con il coinvolgimento di studenti e dottorandi.

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 universitari, 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 Scientists in spazi rigenerati;
- ridurre i costi operativi e di manutenzione dell'impiantistica delle aule didattiche.

Nell'insieme ICEA mira ad esprimere pienamente il proprio potenziale nel contesto nazionale e internazionale del settore SEI, in un'ottica di integrazione delle tre linee previste (allegato 2): la rete SMART LAB consentirà di sviluppare l'attività sperimentale che alimenterà le esperienze, 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.

D.3 - Strategie complessive di sviluppo del progetto

Le risorse per il progetto SEI ICEA provengono dal riconoscimento come Dipartimento di Eccellenza, pari a 8.675 k€, a cui si aggiungono un cofinanziamento ICEA di 675 k€ dell'Avanzo di Amministrazione, e una quota di 500 k€ (con stanziamento annuale di 100 k€) dal Fondo di Miglioramento della Didattica, per un totale di 9.850 k€.

Per sostenere le linee SMART LAB, SMART LEARNING e SMART LIVING, ICEA intende articolare la strategia di sviluppo in una serie di azioni sinergiche di potenziamento e rafforzamento degli indirizzi di ricerca e delle strumentazioni scientifiche, delle opportunità didattiche di alta qualificazione, delle infrastrutture interne e del personale dedicato.

AZIONE 1

Una prima azione strategica prevede il potenziamento dei laboratori ICEA mediante l'acquisizione di strumentazioni e grandi attrezzature scientifiche a supporto della creazione della rete SMART LAB. Gli interventi sono stati identificati da una mappatura delle attuali risorse umane e strumentali, al fine di selezionare strumentazioni condivisibili, dove possibile, da più gruppi di ricerca in un'ottica di integrazione trasversale all'interno della rete, e in grado di sostenere l'attività di ricerca nel settore SEI secondo la seguente articolazione:

- interventi e acquisizioni di grandi attrezzature per PROVE SPERIMENTALI COMPLESSE (A1.1: 1.934,75 k€):
 - riqualificazione dell'attuale canale LWF nella sede di Voltabarozzo con l'acquisizione di: ventilatori assiali per lo studio dell'interazione fra onda, vento e struttura; sistema modulare *smart* per la realizzazione di ostacoli; pompe che alimentino il canale; sonde multi-parametriche per la misura di dati fisici e chimici delle acque; sonde di livello; *acoustic doppler velocimeter* tridimensionali;
 - creazione di una *smart area* nel campus di Voltabarozzo, attrezzata con sensoristica per la circolazione di veicoli autonomi avanzati, e acquisizione di una vettura a guida automatizzata (liv. 2-3) e strumentata (es. *Ergoneers Vehicle Testing Kit*, sensori Mobileye, lettore CAN-bus), abilitata per la circolazione su strada per test di sicurezza stradale ed esperimenti di guida naturalistica;
 - potenziamento del Laboratorio di Materiali per le strutture, nei settori "Strade" e "Strutture", attraverso: un simulatore in scala di carichi veicolari; un'apparecchiatura per la caratterizzazione dinamica completa delle miscele bituminose (Asphalt Mixture Performance Tester); 1 pressa universale a colonna idraulica statica da oltre 1MN, 1 a fatica con capacità 100kN e relativo sistema idraulico; una camera modulare climatica -197 +350°C; un interrogatore ottico per FBG; due camere di carbonatazione. Verrà creata una nuova sezione per l'*Additive Manufacturing* applicata ai materiali da costruzione con l'acquisto di: 2 stampanti 3D da banco ed 1 a colonna per materiali cementizi/argillosi e gesso; 1 stampante per calcestruzzi; un sistema di scansione 3D per la caratterizzazione geometrica dei manufatti. Per la realizzazione di prototipi lignei sarà acquisita una macchina a controllo numerico per il taglio di materiale ligneo, con accessori;
 - potenziamento Laboratorio di Geotecnica: sistema triassiale dinamico Dynatrix + Bender Element, strumento per la determinazione di curve di ritenzione e di conducibilità idraulica di terreni parzialmente saturi;
- acquisizioni per il RILIEVO E MONITORAGGIO (A1.2: 408,02 k€):

- per il rilievo strutturale e infrastrutturale e per misure in campo nel monitoraggio di ecosistemi: sistema SAPR ad ala fissa Sensefly eBee X con SenseFly Duet M e 2 quadricotteri Mavic 2 Enterprise thermal, un laser a scansione terrestre di ultima generazione, una stazione di monitoraggio per la qualità dell'aria;
- per il monitoraggio di infrastrutture civili: un interrogatore per il rilevamento acustico distribuito (DAS), allestimento di una camera di calibrazione di sensori in fibra ottica, sensoristica specifica per misure dinamiche ad altissima frequenza da applicare alla modellazione fisica, una sonda idraulica profilatrice di velocità e 8 micro-sensori sonar;
- sensori per il monitoraggio dinamico di tipo MEMS e per lo sviluppo di app dedicate all'IoT;
- interventi e acquisizioni per la creazione di un ambiente evoluto di Data Engineering e Data Analytics per la GESTIONE E ANALISI DI DATI COMPLESSI E BIG DATA (A1.3: 270,48 k€):
 - infrastruttura HPC centralizzata con la seguente possibile configurazione: chassis da 2.5" e 32 hard drives, 4 processori Intel Xeon Platinum da 2.4GHz, 24 core/48 thread (96 core totali), 2 NVIDIA Quadro RTX6000 da 4.608 core, 24 moduli da 32GB di RAM, 3 dischi SSD da 3.84 TB per lo storage di scratch, 23 dischi HDD da 1.2TB per lo storage dati ed interfaccia di rete da 10Gb con allestimento sala server dedicata e potenziamento della rete;
 - servizi di gestione, calcolo e analisi dati in sistemi in cloud.

AZIONE 2

Per la linea SMART LEARNING sono previste le seguenti azioni:

- istituzione del CURRICULUM di LM in inglese "Intelligent Systems & Infrastructures Engineering", accompagnata da una campagna promozionale tramite sito web e social per evidenziarne il carattere innovativo. Al fine di superare la disomogeneità nella preparazione di base, gli iscritti saranno supportati da pillole MOOC, da un front-office dedicato e da un tutorato formativo. Tale strategia di comunicazione e sostegno sarà finanziata con fondi dipartimentali non annoverati nel progetto (A2.1);
- adeguamento di laboratori e di aule per la DIDATTICA SPERIMENTALE SMART (A2.2: 90 k€):
 - installazione di videocamere mobili per trasmettere in diretta le attività di laboratorio;
 - realizzazione della canaletta idraulica smart, dotata di sistema di manovra delle componenti e di gestione delle misurazioni controllabile da remoto con software installato su device da portare in aula.
- iniziative per l'INTERNAZIONALIZZAZIONE e il CONFRONTO CON REALTÀ DI ECCELLENZA (A2.3: 190 k€):
 - call annuali per il reclutamento di Visiting Scientists che terranno corsi/seminari a studenti di LM e Dottorato;
 - co-finanziamento di 2 edizioni della PadovAFrica Summer School (PASS), promuovendo tematiche per giovani e professionisti camerunensi che mirano a diventare esperti nel settore SEI;
 - co-finanziamento di visite didattiche per studenti di LM e Dottorato a centri di prestigio su specifici topic del settore SEI, individuati da docenti ICEA anche sulla base di collaborazioni didattiche e di ricerca in essere.

AZIONE 3

Per la linea SMART LIVING saranno realizzati interventi per raggiungere standard elevati e duraturi di funzionalità in alcune aule didattiche e aree verdi della sede storica del Dipartimento (allegato 1) soggette ad importanti vincoli architettonici:

- installazioni per la VIVIBILITA' E FRUIBILITA' delle aule didattiche e per l'INTEGRAZIONE SENSORISTICA – IoT (A3.1: 340 k€):
 - apparato di distribuzione di energia elettrica e di cablaggio per l'accesso a banda larga alla rete di Ateneo, con prese elettriche multifunzione per l'utilizzo di diversi dispositivi informatici. Il circuito elettrico sarà realizzato in più zone per garantire un elevato standard di sicurezza e massimizzare la continuità di distribuzione in caso di guasto a singole unità. Le postazioni saranno inoltre dotate di lettori RfID per registrare tramite badge la presenza dello studente;
 - sistema smart di gestione dell'areazione all'interno delle aule. Una rete di sensori interni ed esterni alle aule consentirà di rilevare i dati climatici. Il sistema misurerà la CO₂, consentendo di passare ad un regime di mantenimento dell'aria nel caso in cui l'aula sia vuota, ottimizzando il consumo energetico;
 - dispositivi automatici per le vetrate per la regolazione dell'irraggiamento solare che modifichino colorazione e opacità in base alle necessità (ad esempio durante un esame o per l'utilizzo del proiettore), e un sistema di illuminazione artificiale per mantenere in aula una temperatura colore della luce adeguata;
- interventi per AREE POLIFUNZIONALI (A3.2: 80 k€):
 - riqualificazione delle aree verdi nella corte di Via Marzolo con 10 arredi di sedute e tavoli in legno, completi di elettrificazione, cablaggi e illuminazione integrata;
 - allestimento di 2 ambienti per dottorandi e Visiting Scientists e ammodernamento con elementi di arredo e impianti, comprensivi di un sistema video-conferenze.

AZIONE 4

Per il rafforzamento del personale che opera nelle tematiche del settore SEI sono considerate prioritarie le acquisizioni descritte nel quadro D.4.

In particolare, in riferimento alla linea SMART LAB, si segnala che a seguito di recenti pensionamenti, negli ultimi anni sono stati reclutati, in alcuni laboratori oggetto di intervento, n. 5 PTA (cat. D) che potranno contribuire all'implementazione delle attrezzature da acquisire. Per potenziare i restanti laboratori all'interno della rete SMART LAB, il progetto prevede le seguenti figure:

- 1 PA ICAR/08 (Scienza delle Costruzioni) e 1 PA ICAR/04 (Strade, Ferrovie ed Aeroporti) per le attività legate alle acquisizioni di grandi attrezzature per prove sperimentali complesse;
- 1 RU B MAT/08 e 1 contratto di ricerca riferibile al settore SECS-S/01 per le attività legate alla gestione e analisi di dati complessi e Big Data;
- 1 RU B ICAR/07 (Geotecnica), 1 RU B ICAR/20 (Tecnica e Pianificazione Urbanistica) e 1 contratto di ricerca in M-GGR/01 (Geografia) per i temi legati al rilievo e al monitoraggio strutturale, infrastrutturale e ambientale;
- 1 tecnico di laboratorio (categoria D) con specifiche competenze per la gestione del canale LWF.

Per la linea SMART LEARNING, il reclutamento dei due PA esterni e dei tre ricercatori RU B consentirà inoltre di risolvere alcune sofferenze didattiche e di organizzare le coperture per gli insegnamenti del nuovo curriculum previsto. Le competenze acquisite dall'esterno consentiranno inoltre l'inquadramento di giovani talenti in settori strategici del progetto e le tempistiche prospettate ne consentiranno un pieno contributo alla realizzazione. Azioni correttive in caso di non avvenuta

conclusione delle procedure di reclutamento o di intervenuta esigenza di ulteriori risorse, saranno prontamente identificate facendo riferimento ad operazioni previste nel piano ICEA compatibili con i temi proposti.

A completamento, per rendere le azioni 1-4 sinergiche ed efficaci nella loro implementazione sono inoltre previste le seguenti strategie:

- per accompagnare l'inserimento delle nuove figure reclutate, i gruppi di ricerca organizzeranno attività seminariali interne per il trasferimento e la condivisione delle conoscenze;
- per incentivare il coinvolgimento del personale docente e tecnico-amministrativo ICEA verrà destinata una quota premiale di 200 k€ a beneficio di quanti forniranno contributi per il raggiungimento degli obiettivi. I fondi premiali, attribuiti secondo il regolamento di Ateneo, potranno essere convertiti in fondi di ricerca. L'attribuzione avverrà annualmente su valutazione della Commissione di Monitoraggio, secondo criteri che terranno conto di risultati coerenti con il progetto, come ad esempio: ottenimento di finanziamenti su base competitiva; contributo all'allestimento e gestione di spazi e di strumentazioni scientifiche; supporto ad attività didattiche; partecipazione a network internazionali;
- si prevedono azioni di comunicazione coperte da fondi dipartimentali (potenziamento sito web e social, seminari, eventi) sulle attività di ricerca, formazione e terza missione, per consolidare il legame con il territorio e promuovere l'interesse degli stakeholder. Particolare attenzione sarà rivolta alla divulgazione presso cittadinanza e imprese sulle potenzialità offerte dal settore SEI in termini di miglioramento della qualità della vita e della sicurezza individuale e collettiva, e di perseguimento di obiettivi di sostenibilità ed efficienza.

Nel complesso, le azioni del progetto SEI ICEA puntano a creare un learning environment in cui produrre e comunicare soluzioni ad ampia prospettiva di sviluppo e applicazione, consentendo di potenziare collaborazioni già in atto e di instaurarne di nuove sia in ambito accademico, sia con soggetti terzi e stakeholders che potranno testare ed usufruire delle tecnologie implementate. Tra le collaborazioni strategiche attualmente in essere si segnalano in particolare le seguenti:

- network "Abertis Chair" sull'innovazione tecnologica e gestionale di sistemi di trasporto con attenzione ai sistemi intelligenti, in un'ottica di mobilità sostenibile, efficiente e sicura;
- EUROSTRUCT - EUROPEAN ASSOCIATION ON QUALITY CONTROL OF BRIDGES AND STRUCTURES, associazione Europea nata dalla COST Action TU1406, per standardizzare procedure di controllo e gestione della manutenzione per infrastrutture di trasporto;
- altre collaborazioni: Adbpo - Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, Regione Veneto, ARPAV, Protezione Civile, Concessioni Autostradali Venete, ANAS, Veneto Strade, BuildingSmart.

D.4 – Reclutamento Personale

Obiettivi specifici

Il progetto SEI ICEA propone il rafforzamento del personale che può operare specificatamente sulle tematiche del settore SEI a sostegno delle linee di sviluppo previste.

Descrizioni azioni pianificate 2023-25

1 PA ICAR/08

1 PA ICAR/04

1 RU B ICAR/20

1 RU B ICAR/07

1 RU B MAT/08

1 Tecnico di Laboratorio tempo indeterminato (D)

1 Contratto di ricerca biennale M-GGR/01

1 Contratto di ricerca biennale SECS-S/01

Per lo sviluppo e il consolidamento del capitale umano sarà attuata l'azione 4 e quanto previsto a completamento della strategia complessiva, riportata nel quadro D.3.

D.5 – Infrastrutture

Obiettivi specifici

All'interno delle tre linee di sviluppo, SEI ICEA prevede la seguente espansione strategica delle infrastrutture del Dipartimento:

- per la linea SMART LAB:
 - potenziamento delle grandi attrezzature per prove sperimentali complesse;
 - rafforzamento delle tecniche per il rilievo e il monitoraggio;
 - creazione di un ambiente evoluto di Data Engineering & Data Analytics per la gestione di dati complessi e big data;
- per la linea SMART LEARNING:
 - implementazione di sistemi di didattica sperimentale smart;
- per la linea SMART LIVING:
 - adozione di sistemi per il miglioramento della vivibilità e della fruibilità di aule didattiche e per l'integrazione Sensoristica - IoT;
 - creazione di spazi polifunzionali all'interno e all'esterno della sede storica.

Descrizioni azioni pianificate 2023-25

A1.1:

- interventi e acquisizioni annuali di grandi attrezzature per prove sperimentali complesse: 1.000 k€ nel triennio.

A1.2:

- acquisizioni annuali per rilievo e monitoraggio: 300 k€ nel triennio.

A1.3:

- interventi e acquisizioni annuali per l'ambiente *Data Engineering & Data Analytics*: 270,48 k€ nel triennio.

A2.2:

- acquisizione e installazione annuali di videocamere mobili per didattica sperimentale smart: 30 k€ nel triennio;

A3.1:

- interventi annuali per allestimento apparato di distribuzione di energia elettrica e di cablaggio, sistema RFID: 110 k€ nel triennio.

A3.2:

- progettazione nel 2023 degli allestimenti aree verdi: 15 k€;
- allestimento nel 2025 degli spazi dottorandi e Visiting Scientists: 30 k€.

Descrizioni azioni pianificate 2026-27

A1.1:

- interventi e acquisizioni annuali di grandi attrezzature per prove sperimentali complesse: 934,75 k€ nel biennio.

A1.2:

- acquisizioni annuali per rilievo e monitoraggio: 108,02 k€ nel biennio.

A2.2:

- realizzazione canaletta smart per didattica sperimentale smart: 60 k€ nel biennio.

A3.1:

- interventi annuali per sistema smart di gestione areazione: 130 k€ nel biennio;
- interventi annuali per sistema intelligente di gestione irraggiamento solare: 100 k€ nel biennio.

A3.2:

- interventi annuali per allestimento aree verdi: 35 k€ nel biennio.

D.6 - Premialità

La partecipazione del personale ICEA sarà premiata con una quota di 200 k€, attribuita secondo criteri valutati dalla Commissione di Monitoraggio.

Descrizione azione pianificate nel 2023-25

L'erogazione delle quote premiali avverrà annualmente all'inizio dell'anno successivo, per un quinto delle risorse destinate alla premialità, a seguito della valutazione dei risultati raggiunti nel corso dell'anno.

Descrizione azione pianificate nel 2026-27

L'erogazione proseguirà come specificato al punto precedente.

D.7 - Attività didattiche di elevata qualificazione

Obiettivi specifici

All'interno della linea SMART LEARNING, si prevede il seguente sviluppo strategico delle attività didattiche:

- istituzione del Curriculum di LM "Intelligent Systems & Infrastructures Engineering";
- iniziative per l'internazionalizzazione e il confronto con realtà di prestigio.

Descrizione azioni pianificate 2023-25

A2.1:

- autunno 2022: progettazione in Commissione di Coordinamento e definizione offerta formativa del Curriculum;
- primavera 2023: comunicazione all'Ateneo di modifica di ordinamento, consultazione con le parti sociali, stesura riesame ciclico;
- autunno 2023: inserimento ordinamento in scheda SUA. Delibera di attivazione del Curriculum con criteri di accesso, eventuale numero programmato, definizione contingente studenti stranieri;
- novembre 2023 - maggio 2024: apertura call per immatricolazione studenti stranieri;
- gennaio 2024: approvazione offerta didattica prevista per il Curriculum e individuazione coperture;
- ottobre 2024: inizio erogazione 1° anno.

A2.3:

- reclutamento annuale nel 2024-25 di Visiting Scientists: 40 k€ nel biennio;
- co-finanziamento annuale nel 2024-25 di visite didattiche a centri di eccellenza: 40 k€ nel biennio;
- co-finanziamento edizione 2024 PASS: 15 k€.

Descrizione azioni pianificate 2026-27

A2.3:

- reclutamento annuale di Visiting Scientists: 40 k€ nel biennio;
- co-finanziamento annuale di visite didattiche a centri di eccellenza: 40 k€ nel biennio;
- co-finanziamento edizione 2026 PASS: 15 k€.

D.8 – Modalità e fasi del monitoraggio

Il processo di monitoraggio prevede le seguenti modalità:

- 1) istituzione della Commissione di Monitoraggio (CM) che, in coordinamento con la Commissione Risorse e le altre Commissioni ICEA, seguirà lo stato di avanzamento del piano e provvederà a redigere la documentazione annuale e finale del progetto. La CM, approvata dal Consiglio di Dipartimento, sarà costituita dal Direttore, dal Segretario Amministrativo e da membri ICEA;
- 2) trasmissione periodica da parte della CM del GANTT e del protocollo di monitoraggio con gli indicatori e i target da raggiungere ai gruppi di ricerca coinvolti, nello spirito di condivisione degli obiettivi;
- 3) attuazione del protocollo di monitoraggio con feedback periodici, al fine di rispettare il budget e la tempistica. Se necessario, si provvederà ad una riprogrammazione di alcune attività;
- 4) relazione annuale della CM sullo stato di avanzamento del progetto ad un *Advisory Board* composto da 3 figure esterne di alto profilo scientifico/professionale nominate dal Consiglio di Dipartimento, con il compito di valutare il graduale raggiungimento degli obiettivi e di formulare raccomandazioni per il superamento di eventuali criticità. I costi graveranno su fondi ICEA;
- 5) attività di pubblicazioni scientifiche e divulgative mediante seminari, eventi e contributi sul sito web di Dipartimento e sui canali social, per mantenere alto e continuativo il coinvolgimento del personale ICEA e dare diffusione dei risultati intermedi e finali del progetto.

Per monitorare il raggiungimento dell'obiettivo complessivo di divenire un polo di eccellenza per la ricerca, formazione e trasferimento di conoscenze nel settore SEI, la CM si avvarrà dei seguenti indicatori, alcuni dei quali hanno un *target* medio annuale da raggiungere entro il 2027 (TMA), altri un *target* complessivo da realizzare nel quinquennio 2023-2027 (TCQ):

- % articoli con *keywords* specifiche del settore SEI, censiti Scopus o Web of Science (WoS) rispetto al totale di articoli su rivista censiti Scopus o WoS. TCQ: 20,0%.
- N° prodotti della ricerca con *keywords* specifiche del settore SEI, di cui sia autore e co-autore il personale reclutato nel progetto. TCQ: 100.
- % di finanziamento da attività conto terzi su tematiche SEI rispetto al totale. TCQ: 20%.
- N° iscritti alle pillole MOOC del Curriculum "Intelligent Systems & Infrastructures Engineering". TMA: 50.
- N° studenti dei corsi LM e di dottorato partecipanti alle visite didattiche presso centri di eccellenza del settore SEI. TMA: 50.
- N° Visiting Scientists per corsi/seminari/special colloquia nei corsi LM e Dottorato su temi del progetto. TCQ: 5.
- % valutazioni positive degli studenti sugli spazi didattici, rilevate con questionario somministrato ai fruitori degli ambienti oggetto degli interventi della linea Smart Living. TMA: 80%.
- N° eventi nelle aree verdi delle sedi storiche a seguito dell'ammodernamento. TCQ: 30.
- N° iniziative di *public engagement* sui temi e i risultati del progetto. TCQ: 5.
- N° video pubblicati sulla piattaforma web sulle tematiche e i risultati del progetto. TCQ: 15.
- N° post sui social collegati alle tematiche e ai risultati del progetto. TCQ: 500.

La CM valuterà anche i seguenti indicatori di sviluppo generale del Dipartimento, atteso potenziato grazie alla realizzazione del progetto:

- % articoli su rivista Q1 e Q2 censiti Scopus o WoS rispetto al totale di articoli su rivista censiti Scopus o WoS. Baseline 2021: 78,6%. TMA: 85,0%
- % monografie e articoli su rivista classe A rispetto al totale di articoli su rivista e monografie. Baseline 2021: 64,0%. TMA: 75,0%.
- % articoli su rivista e monografie con coautori stranieri rispetto al totale di articoli su rivista e monografie. Baseline 2021: 44,6%. TMA: 55,0%.
- N° progetti europei presentati con PI o Co-PI personale ICEA. Baseline 2019-2021: 5. TCQ: 8.
- N° brevetti e spin-off attivati. Baseline 2019-2021: 4. TCQ: 7.
- Importo finanziamento da attività conto terzi. Baseline 2019-2021: 5.732,44 k€. TCQ: 10.000 k€.
- N° RIR con partnership ICEA. Baseline 2019-2021: 3. TCQ: +2.

D.9 - Strategie per la sostenibilità del progetto

Al termine del quinquennio 2023-27 la sostenibilità del progetto SEI ICEA sarà così articolata:

- lo sviluppo teorico e applicativo sul settore SEI e l'aggiornamento strumentale e tecnico della rete SMART LAB saranno sostenuti dall'attività di fundraising. La competitività del Dipartimento e la rinnovata capacità di sinergie aumenteranno l'accesso ai fondi di ricerca. Anche gli introiti da prestazioni in conto terzi e collaborazioni esterne miglioreranno grazie all'acquisizione di nuove competenze, e potranno essere destinati al reclutamento di personale e al potenziamento delle attrezzature per circa 50 k€ all'anno. Si darà priorità ad attrezzature modulari sostituibili e potenziabili nel tempo. Si ipotizza un contributo aggiuntivo per la manutenzione e l'aggiornamento delle strumentazioni SMART LAB da parte di aziende che potranno manifestare interesse per un loro utilizzo;
- anche dopo il quinquennio si proseguirà a verificare che l'offerta formativa del Dipartimento, arricchita del nuovo Curriculum, intercetti in modo adeguato la domanda di alta qualificazione di studenti delle LM;
- le iniziative per migliorare l'attrattività internazionale dei corsi di II e III livello e per il confronto con realtà di prestigio rivolte a studenti di LM e Dottorato saranno consolidate attingendo ai fondi per il miglioramento della didattica con uno stanziamento annuale di 75 k€;
- il reclutamento di personale a tempo determinato potrà prevedere continuità per assicurare l'adeguato supporto alle attività, a valere sulla dotazione ordinaria per il personale docente;
- dopo il quinquennio si verificherà annualmente la necessità di adeguamenti delle aule didattiche, laboratori e spazi del Dipartimento. Quote dal fondo di miglioramento della didattica e/o da altri progetti (Piano di Ateneo per il miglioramento continuo della didattica) saranno stanziate annualmente per questi scopi (20 k€);
- il mantenimento di posizioni di eccellenza nei ranking nazionali/internazionali, atteso con la realizzazione del progetto, sarà oggetto di continuo monitoraggio per individuare, se necessario, interventi correttivi sul budget ordinario dipartimentale.