

Allegato 1: *Modello di proposta*

Ministero dell'Università e della Ricerca
Direzione generale dell'internazionalizzazione e della comunicazione

Avviso per la “*Concessione di finanziamenti destinati alla realizzazione o ammodernamento di Infrastrutture Tecnologiche di Innovazione*” da finanziare nell’ambito del PNRR

Missione 4, “*Istruzione e Ricerca*” - Componente 2, “*Dalla ricerca all’impresa*” -
Linea di investimento 3.1, “*Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione*”, finanziato
dall’Unione europea - NextGenerationEU

RIFORME ED INVESTIMENTI NELL’AMBITO DEL PIANO DI RIPRESA E RESILIENZA

NextGenerationEU

Bando

Campo di intervento 6: Investimenti nelle capacità digitali e diffusione di tecnologie avanzate
Dimensione DESI 4: Integrazione delle tecnologie digitali + raccolta di dati ad hoc
055 - altri tipi di infrastrutture ICT (comprese le risorse/attrezzature informatiche su larga scala, i centri di elaborazione dei dati, i sensori ed altre apparecchiature wireless)

Obiettivo 4 – “Istruzione e Ricerca”

Componente 2: dalla ricerca all’impresa

Investimento 3.1: “Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione”

Allegato 1 (allegato tecnico)

Modello di proposta, secondo l’Articolo 8 del bando

(Da fornire esclusivamente in inglese)

DISCLAIMER: Questo documento ha lo scopo di informare i potenziali candidati per il finanziamento del PNRR. Serve solo come esempio. Gli effettivi moduli e i modelli Web, forniti nel sistema online di presentazione delle proposte, potrebbero differire da questo esempio. Le proposte devono essere preparate e presentate solo tramite il sistema online di presentazione delle proposte.

Parte A – Quadro strategico dell’iniziativa

A.1. Obiettivi dell’iniziativa

Le recenti iniziative europee per l’implementazione di azioni strategiche hanno rivelato l’urgente necessità di rendere intelligenti e resilienti le infrastrutture critiche esistenti e, allo stesso tempo, di promuovere la realizzazione di nuove intrinsecamente intelligenti e resilienti. In molti paesi, infatti, le infrastrutture esistenti sono tutt’altro che adeguate, nonostante la rapida crescita e sviluppo economico che qualsiasi stato membro dell’Unione Europea ha sperimentato negli ultimi dieci anni. Garantire l’intelligenza e la resilienza alle grandi e critiche infrastrutture per affrontare adeguatamente le attuali sfide della società (ad esempio, invecchiamento, rischi naturali, digitalizzazione, efficienza energetica e cambiamenti climatici) richiederà ulteriori e continui investimenti economici nei prossimi 20 anni. Di conseguenza, la disponibilità di infrastrutture rinnovate ed innovative, unitamente a un’industrializzazione inclusiva e sostenibile, potrebbe generare forze economiche dinamiche e competitive tali da garantire un’occupazione e redditività significative. Per raggiungere questo obiettivo, un’azione chiave consiste nel promuovere e sfruttare le tecnologie all’avanguardia. In virtù di tali considerazioni, l’idea strategica alla base di questa iniziativa è quella di creare un laboratorio intelligente a supporto del rinnovamento, della realizzazione e della gestione di infrastrutture grandi e critiche (con particolare attenzione a quelle di trasporto, esistenti o future). L’approccio operativo dell’iniziativa è volto a rispondere a diverse sfide tecniche, che possono essere riassunte nei seguenti punti:

- I. garantire la gestione continua ed accessibile dei dati digitali per abilitare funzionalità intelligenti, come i digital twins (“gemelli digitali”), a supporto della realizzazione, del monitoraggio e del controllo di grandi infrastrutture;
- II. affrontare al meglio le prove sperimentali multiscala per ottenere una rapida valutazione delle proprietà di materiali e sistemi, utilizzando impianti di prova rapidamente adattabili alle spinte date dall’innovazione, ad esempio i requisiti di resilienza e sostenibilità;
- III. produrre sistemi di costruzione più efficienti attraverso le tecnologie dell’industria 4.0 (ad esempio, l’additive manufacturing) per fornire soluzioni efficaci per affrontare i bassi tassi di costruzione, gli elevati casi di incidenti e feriti nell’edilizia e gli elevati costi di costruzione.

I punti sopra citati saranno affrontati attraverso la creazione del **Laboratorio Intelligente per il digital twin, la fabbricazione digitale e prove innovative multiscala - F2^{SI}-Lab (Federico II Smart Infrastructure-Lab)**. Nell’ambito di questa infrastruttura di innovazione, nuove strutture multidisciplinari all’avanguardia lavoreranno sinergicamente in rete, con accesso in remoto e in un ambiente fisico-cibernetico, al fine di fornire dei servizi di innovazione e/o effettuare prove e misurazioni specifiche mediante approcci metodologici qualificati in diversi settori tecnici, dall’ingegneria alla fisica, dalla scienza dei materiali alla robotica. La **missione** di F2^{SI}-Lab è quella di supportare gli stakeholder locali, nazionali e internazionali nelle strategie di innovazione da applicare nel campo delle grandi e critiche infrastrutture (sia quelle esistenti che quelle nuove), con un focus specifico su tre principali aree tecniche di sviluppo/valutazione:

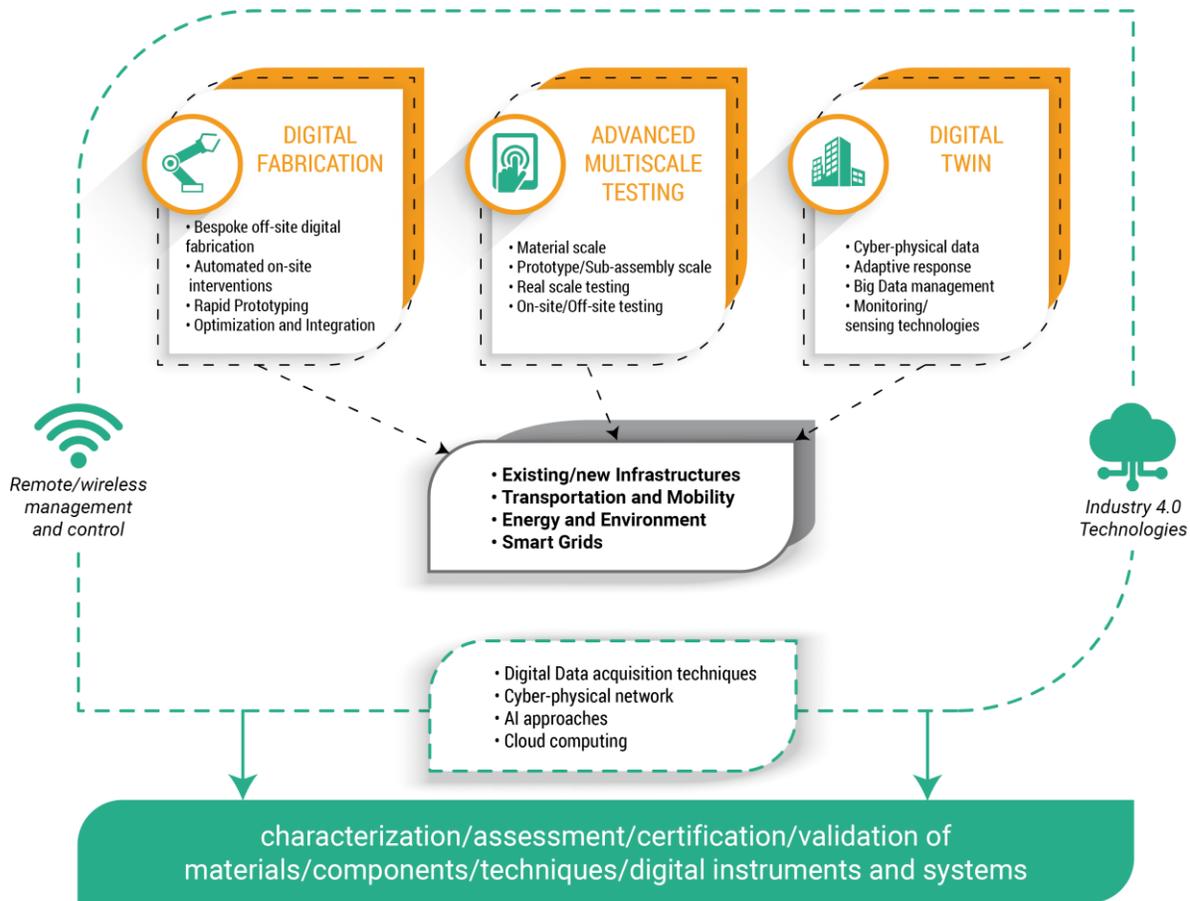
1. **digital twin**: fornire un ponte tra il mondo digitale e quello fisico utilizzando dati reali (ad esempio, risorse fisiche reali in esercizio) come input e produrre previsioni o simulazioni su oggetti fisici o su un sistema. A



questo proposito, l'obiettivo di questa area di sviluppo è di implementare i digital twins delle infrastrutture su cui F2^{SI}-Lab interverrà;

2. prove innovative multiscala: per soddisfare la necessità di studiare il comportamento fisico, chimico e strutturale sia dei materiali tradizionali (ad esempio, calcestruzzo) che dei materiali/sistemi/componenti molto innovativi che operano su diverse scale di osservazione (da micro a macro, compresi i casi ambientali rilevanti) e che necessitano di un adeguato processo di convalida/certificazione;
3. fabbricazione digitale: per perseguire i recenti approcci innovativi basati sull'uso della robotica e dell'additive manufacturing nel settore delle costruzioni per migliorare la sostenibilità, la sicurezza e la digitalizzazione delle attuali pratiche di costruzione

Il potenziale per un cambiamento di paradigma del F2^{SI}-Lab è l'interazione simultanea tra discipline trasversali avanzate, che genererà procedure e approcci di alta qualità per supportare la comunità degli utenti/stakeholder. Attualmente, queste aree di intervento richiedono competenze molto specializzate e, tra gli attuali attori della gestione delle infrastrutture, esse sono sottosviluppate e/o disaggregate. Al contrario, l'azione-chiave per l'approccio interdisciplinare è il profondo intreccio del dominio fisico e digitale di ogni area di interesse, in modo che il F2^{SI}-Lab possa adattarsi al contesto delle reali situazioni associate alla gestione dell'infrastruttura. L'obiettivo finale è quello di mettere a disposizione le conoscenze necessarie per il lancio di soluzioni innovative per le infrastrutture del domani che soddisfano i requisiti generali di efficienza, digitalizzazione e sostenibilità.

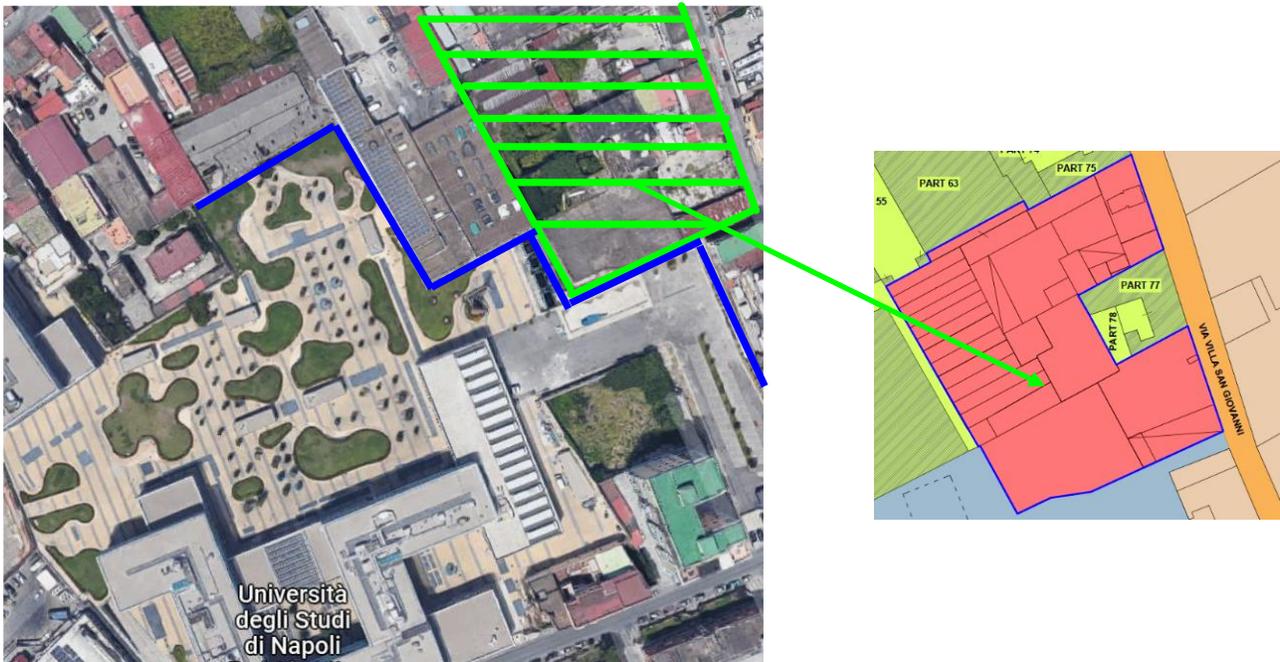


Il F2^{SI}-Lab fungerà anche da “early adopter” di tecnologie all'avanguardia, di tecniche digitali a TRL medio-alte e di materiali/sistemi/reti intelligenti avanzati. Ciò promuoverà le partnership di R&S con le industrie, faciliterà l'uso industriale dei laboratori di R&S, produrrà proprietà intellettuali e stimolerà la creazione di poli di innovazione pubblici-privati. Infine, i risultati del F2^{SI}-Lab rafforzeranno le attività di validazione e certificazione, nonché la diffusione delle tecnologie che sono cruciali per le reali opportunità di mercato guidate dall'innovazione.

Infine, F2^{SI}-Lab lavorerà in un'azione complementare con il *Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile* (in fase di costruzione mediante il bando aperto nell'ambito del finanziamento del PNRR) e, in particolare, con le azioni previste da *Spoke 7* (coordinate dall'Università di Napoli Federico II) con riferimento al livello di integrazione tecnologica *CAAM4Italy*, e la marcatura di conformità tecnologica *ready4CCAM*. Questa sinergia rafforzerà la consapevolezza che i sistemi di mobilità e le infrastrutture di trasporto sono una componente essenziale per l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi sociali, economici e territoriali.

A.2. Area geografica di interesse

L'iniziativa sarà attuata nell'area geografica del Complesso di San Giovanni dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. In questo modo, l'iniziativa contribuirà al processo di rinnovamento di una delle più grandi e obsolete aree industriali della periferia orientale di Napoli (avviata 10 anni fa e tuttora in corso) che è ormai un simbolo di riqualificazione urbana.



Il Complesso si espanderà ulteriormente nei prossimi anni attraverso la costruzione di nuove strutture che permetteranno la frequentazione di oltre 4000 studenti ospitando iniziative educative, di ricerca e di trasferimento tecnologico all'interno di spazi funzionali e strutture architettoniche all'avanguardia. Il Complesso di San Giovanni oggi è diventato sinonimo di innovazione e crescita nonché un vivido esempio di come una politica visionaria possa contrastare efficacemente il declino industriale e indurre la crescita economica e la riqualificazione urbana. Risultati di successo riconosciuti a livello internazionale in termini di partenariati pubblici-privati attivati nell'area del Complesso di San Giovanni si riscontrano nelle accademie di formazione promosse dalle migliori aziende in diversi settori: come IoS Developer Academy, DIGITA Academy, FS Mobility Academy, Cisco Academy, Smart Infrastructures Academy, 5G Academy, Cyber HackAcademy. L'area che ospiterà il F2^{SI}-LAB è già stata individuata e messa a disposizione dell'Università di Napoli Federico II, come illustrato nella figura sopra. L'area è adiacente all'esistente Complesso di San Giovanni e comprende uno spazio di lavoro necessario per l'installazione di nuovi impianti (circa 1500 m²), suddivisi in tre set corrispondenti alle unità di ricerca di Prove Innovative Multiscala, Digital Twin, Fabbricazione Digitale.

A.3. Settori/domini

Per sfruttare appieno il potenziale del F2^{SI}-LAB, le seguenti discipline collaboreranno intensamente:

- ingegneria civile: ingegneria strutturale, ingegneria geotecnica, ingegneria dei trasporti;
- ingegneria meccanica e robotica: meccanica applicata, automazione e realtà virtuale;
- scienza dei materiali: caratterizzazione fisico-chimica-meccanica microscopica e macroscopica;
- informatica: intelligenza artificiale, cloud computing;
- scienza e tecnologia della misurazione: sistemi di rilevamento, calibrazione, acquisizione dati, IoT;
- architettura: form finding, design sostenibile.

A.4. Parole chiave

Smart Infrastructure; Advanced Testing; BigData; Fabbricazione Digitale; Digital Twin; Sostenibilità; Smart Grid; Sistema Cyber-fisico; Infrastrutture Sicure.

A.5. Livelli prevalenti di TRLs

Da 6 a 9.

A.6. Coerenza con le priorità stabilite nelle agende strategiche europee, nazionali e regionali

L'iniziativa è in linea con le attuali iniziative strategiche internazionali, europee e nazionali per un futuro più sostenibile. Con riferimento all'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, il F2^{SI}-LAB mira a contribuire ai *Goals 9 (Costruire infrastrutture resilienti, promuovere l'industrializzazione inclusiva e sostenibile e l'innovazione)* e *11 (Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili)* affrontando le sfide associate alla gestione delle grandi (esistenti e nuove) infrastrutture attraverso una profonda innovazione. A livello europeo, l'iniziativa del F2^{SI}-LAB prenderà come modello le infrastrutture di ricerca sostenibili delineate nel recente programma Horizon Europe. In dettaglio, F2^{SI}-LAB sarà aperto e accessibile ai migliori ricercatori provenienti da Europa e oltre, e contribuirà anche a raggiungere il primo strategico orientamento chiave del piano strategico Horizon Europe. In termini di transizione digitale dei laboratori, F2^{SI}-LAB realizzerà gli obiettivi digitali previsti nel Decennio Digitale Europeo attraverso la trasformazione delle imprese di ricerca utilizzando Cloud/AI/Big Data. A livello nazionale, le attività realizzate attraverso il F2^{SI}-LAB contribuiranno all'avanzamento strategico in diverse aree tematiche individuate dalla SNSI (Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente), ovvero: *Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente e Agenda Digitale, Smart Communities, Sistemi di mobilità intelligente*. Inoltre, il F2^{SI}-LAB contribuirà a diverse missioni del Piano Nazionale di Recupero e Resilienza: 1- "Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo" con l'obiettivo di promuovere la trasformazione digitale delle grandi infrastrutture di ricerca; 3- "Infrastrutture per la Mobilità Sostenibile", attraverso la sperimentazione di tecnologie all'avanguardia da applicare alle infrastrutture di trasporto; 4- "Istruzione e Ricerca" con l'obiettivo di rafforzare le conoscenze sui temi legati all'innovazione e favorire il trasferimento tecnologico.

A.7. Sinergie con altre iniziative previste nell'ambito della Missione 4 (“Istruzione e Ricerca”), Componente 2 (“Dalla ricerca all'impresa”), con particolare riferimento, ma non esclusivo, dell'Investimento 3.1 (“Fondo per la creazione di un sistema di infrastrutture di ricerca e innovazione”)

Con riferimento alla Componente 2 della Missione 4, le attività attuate nell'ambito del F2^{SI}-LAB contribuiranno al trasferimento delle conoscenze scientifiche, ingegneristiche e di innovazione tecnologica alle imprese che operano nel contesto di grandi infrastrutture, ad esempio produttori di materiali e dispositivi, società di ingegneria, società di gestione. Queste imprese beneficeranno di test affidabili e di un uso avanzato delle tecnologie abilitanti e digitali 4.0; questo rafforzerà la scalabilità dei prototipi di infrastrutture in situazioni reali, che produrranno vantaggi economici e di sostenibilità. In effetti, ciò stimolerà il finanziamento economico privato delle attività di R&S nonché il rafforzamento della proprietà industriale derivante dallo sviluppo di competenze distintive. L'iniziativa faciliterà inoltre l'osmosi tra la conoscenza della tecnologia d'innovazione generata nel F2^{SI}-LAB e il settore economico di riferimento, promuovendo l'innovazione su base competitiva.

A.8. Profilo internazionale e portata dei potenziali utenti (con particolare riferimento alle PMI)

F2^{SI}-LAB mira a raggiungere l'eccellenza scientifica nella ricerca e, allo stesso tempo, a sbloccare il suo potenziale di innovazione in vari settori aziendali come: gestione dell'infrastruttura, servizi di test avanzati, Industria 4.0, transizione digitale. Dal lato della ricerca, l'accento sarà posto sulla collaborazione, l'inclusività, l'accesso basato sul merito alle infrastrutture di livello mondiale in tutto il panorama della ricerca internazionale. F2^{SI}-LAB svolgerà un ruolo essenziale nel consentire alla più ampia comunità di ricercatori che operano nelle tre aree di interesse (descritte nella sezione A.1) di svolgere dirimpenti attività di ricerca, scoperte, sviluppo tecnologico e invenzioni, migliorando così le competenze, l'innovazione e la competitività all'interno del laboratorio. Si prevede che l'European Open Science Cloud diventi un canale di distribuzione efficace e completo per i servizi e i risultati del F2^{SI}-LAB, per aprirsi alla più ampia comunità di beneficiari e andare oltre la comunità di ricerca. Inoltre, i potenziali utenti nazionali che operano nella realizzazione e gestione di grandi infrastrutture possono beneficiare delle attività di F2^{SI}-LAB. A questo proposito, sono state raccolte diverse lettere di supporto, tra cui grandi protagonisti del settore (ad esempio, Trenitalia, Gesac, Tecne ecc.) o PMI; vedi allegati per l'elenco dettagliato.

A.9. Data di inizio dell'iniziativa

31 dicembre 2022; durata: 36 mesi

A.10. Si prega di scegliere una delle seguenti opzioni qui sotto:

Infrastruttura a sito unico

Infrastruttura multi-sito

Part B – Caratteristiche dell’iniziativa

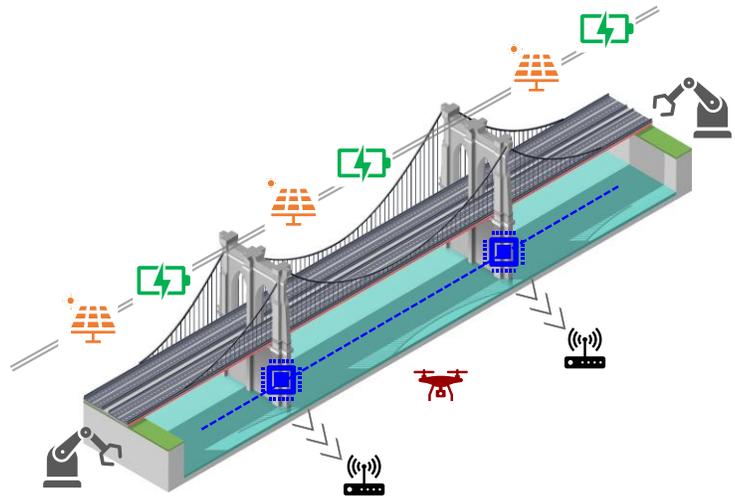
B.1. Attività

F2^{SI}-Lab opererà attraverso un'interazione sinergica tra tre domini di ricerca (*digital twin - DT, prove innovative multiscale - IMT, fabbricazione digitale - DF*) con l'obiettivo finale di sostenere la creazione di innovazione in infrastrutture intelligenti e resilienti esistenti o nuove. Un'infrastruttura di trasporto è un "ecosistema" complesso costituito da diversi materiali (ad esempio calcestruzzo, acciaio, asfalto, ecc.), dispositivi e componenti (meccanici, elettrici, ecc.) sottoposti a carichi variabili nel tempo e a diverse condizioni ambientali. Inoltre, se si devono aggiungere nuove funzionalità intelligenti (ad esempio, reti intelligenti o monitoraggio), nuove prestazioni (non standard) devono essere valutate e controllate attraverso i dati digitali. In questo contesto, F2^{SI}-Lab è pensato per rispondere alla necessità di caratterizzare materiali strutturali, dispositivi, prototipi, porzioni di strutture reali attraverso metodi di valutazione avanzati, strutture sperimentali, tecniche di misurazione digitale sia in scala di laboratorio che scenari in situ. Questo sarà realizzato attraverso un totale di 23 **Sotto-Unità Operative (OSUs) connesse digitalmente e ciberneticamente**, costituite da strutture distinte che operano all'interno dei tre domini di ricerca di F2^{SI}-Lab, come illustrato nella figura sottostante e descritto nelle sezioni seguenti.



Prove innovative multiscala- IMT

IMT-OSU-1	Caratterizzazione avanzata dei materiali	Materiale
IMT-OSU-2	Prove meccaniche avanzate	Materiale
IMT-OSU-3	Valutazione della durabilità	Materiale
IMT-OSU-4	Analisi dei fenomeni di degrado e prevenzione del collasso	Materiale
IMT-OSU-5	Caratterizzazione avanzata delle proprietà termo-meccaniche, del comportamento alle alte temperature e della resistenza al fuoco	Materiale /Assemblaggio
IMT-OSU-6	Prove sismiche avanzate su dispositivi di isolamento	Assemblaggio /prototipo
IMT-OSU-7	Valutazione di cuscinetti e giunti di dilatazione dei ponti	Assemblaggio /prototipo
IMT-OSU-8	Modellazione fisica multi-scala di prototipi di interazione suolo-struttura	Assemblaggio /prototipo
IMT-OSU-9	Sistema di prove in scala reale per l'omologazione di componenti ferroviari e lo sviluppo di tecnologie di monitoraggio on-line secondo i principi della condition based maintenance	Assemblaggio /prototipo
IMT-OSU-10	Caratterizzazione e qualificazione delle tecnologie delle energie rinnovabili: fotovoltaico, collettori termici, pompe di calore	Assemblaggio /Componente
IMT-OSU-11	Caratterizzazione dell'invecchiamento di componenti, dispositivi e sistemi elettrici	Assemblaggio /Componente
IMT-OSU-12	Caratterizzazione dinamica delle batterie di trazione al litio	Assemblaggio /Componente
IMT-OSU-13	Prove sull'ecodesign delle pompe	Assemblaggio /Componente
IMT-OSU-14	Misurazione della capacità portante e delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni autostradali e aeroportuali	In situ (scala reale)
IMT-OSU-15	Innovativo rimorchio di prova per la caratterizzazione all'aperto di pneumatici di grandi dimensioni, non convenzionali e per applicazioni cross-over	In situ (scala reale)
IMT-OSU-16	Monitoraggio on-line e continuo delle barre di rinforzo incorporate in strutture in cemento armato	In situ (scala reale)
IMT-OSU-17	Laboratorio pilota in situ per le funzionalità elettriche intelligenti	In situ (scala reale)



Digital Twin - DT

DT-OSU-1	Valutazione delle reti di sensori e trasduttori a livello fisico e di collegamento dati	In situ /Non in situ
DT-OSU-2	Sviluppo, implementazione e caratterizzazione di Sistemi di Misurazione Cyber-Fisici scalabili (CPMS)	In situ /Non in situ
DT-OSU-3	Droni per l'ispezione delle infrastrutture	In situ /Non in situ

Fabbricazione Digitale- DF

DF-OSU-1	Fabbricazione digitale off-site	In situ
DF-OSU-2	Fabbricazione digitale su misura e integrata	In situ
DF-OSU-3	Interventi autonomi in loco	In situ (scala reale)

I. Prove innovative multiscala (IMT): è costituito da 17 Sottunità Operative per la caratterizzazione avanzata fisico-chimica-meccanica di materiali, componenti, sistemi e prototipi (prodotti attraverso tecnologie standard o molto innovative). Nell'ambito della pianificazione della IMT, oltre alle strutture di laboratorio e alle attività corrispondenti, saranno implementate due nuove e distintive modalità di prova per affrontare le principali sfide delle infrastrutture intelligenti del futuro: *i)* apparecchiature di laboratorio mobili o in loco per riprodurre e valutare le condizioni di servizio generate su segmenti di strutture reali; *ii)* apparecchiature per testare le funzionalità intelligenti abilitanti, come ad esempio reti intelligenti adoperate per la produzione di energia rinnovabile.

IMT-OSU-1: Caratterizzazione avanzata dei materiali

Il focus è sulla caratterizzazione avanzata della microstruttura, sostenibilità e specifiche proprietà meccaniche dei materiali. La caratterizzazione non distruttiva della microstruttura tridimensionale dei materiali mediante tomografia computerizzata a raggi X (CT) è una tecnica utilizzata per creare una rappresentazione 3D di un materiale, consentendo il monitoraggio morfologico e fisico della struttura interna di malte e calcestruzzo e di materiali ibridi e schiumati. Per completare la caratterizzazione, è stato incluso lo spettrometro a fluorescenza a raggi X (XRF) che consente di ottenere una caratterizzazione chimica approfondita dei materiali e un laser granulometrico per la determinazione della dimensione delle particelle e della forma delle materie prime. La valutazione della sostenibilità dei materiali da costruzione a base polimerica richiede la caratterizzazione dello scenario di fine vita, considerando

anche il tasso di degradazione in condizioni di discarica. A tal fine, è necessario studiare quantitativamente la degradazione dei materiali a base plastica e dei compositi in campioni di suolo e di acqua. Questo può essere eseguito utilizzando un respirometro. In una ulteriore serie di applicazioni, i giunti adesivi vengono utilizzati al posto dei giunti meccanici e la loro caratterizzazione richiede attrezzature particolari. La microscopia Raman è uno strumento molto utile per monitorare le tensioni all'interno di una matrice e per fornire dettagli topologici microstrutturali dell'interfase adesiva. Il rilevamento dell'integrità strutturale degli elementi compositi è particolarmente impegnativo, a causa della non omogeneità e dell'anisotropia e dei complessi meccanismi di danno. In questo contesto, la termografia a infrarossi viene utilizzata per la rilevazione dei danni.

IMT-OSU-2: Prove meccaniche avanzate

Questa sotto-unità di laboratorio è concepita come una rete integrata di macchine avanzate per l'assessment di nuovi materiali, componenti strutturali a diverse scale, sotto forze multiassiali e dinamiche, in condizioni estreme per diverse applicazioni, che vanno dall'ingegneria civile all'ingegneria dei materiali, aerospaziale e meccanica. Il laboratorio sarà dotato di diverse strumentazioni progettate ad hoc, sistemi automatizzati e postazioni di lavoro per il disegno virtuale, simulazioni alla nanoscala e il controllo in tempo reale e acquisizione dati; tutti questi elementi sono finalizzati a fornire configurazioni sperimentali non standard (impostazione del carico non convenzionale) di rilevante interesse in molti campi di ricerca e industriali. A parte la novità dell'apparecchio e l'unicità delle macchine di per sé, il laboratorio di prove meccaniche fornirà anche la possibilità di analizzare, caratterizzare e concepire nuovi compositi e relativi prototipi in configurazioni di carico bi e tre assiali, in regime statico, di fatica e dinamico, agendo in sinergia con le attività sviluppate in altri distretti del F2^{SI}-Lab, in particolare con quelli che lavorano sulla fabbricazione digitale, la durabilità e la scienza dei materiali. Un altro aspetto rilevante è la caratterizzazione della risposta di strutture in cemento armato e compositi quando esposte a condizioni di carico dinamiche ed estreme, come urti ed esplosioni. Le prove di carico d'urto sulle strutture sono incluse in questa sotto-unità operativa mediante una macchina di prova di impatto a caduta alla scala di laboratorio.

IMT-OSU-3: Valutazione della durabilità

Materiali da costruzione e componenti sono spesso esposti ad attacchi chimici e fisici a causa di un ambiente aggressivo a cui possono essere esposti in ambienti industriali, agricoli e urbani. Esempi sono la valutazione della durabilità ambientale a breve e lungo termine dei materiali e dei giunti che coinvolgono polimeri rinforzati (naturali) con fibre (FRP) e calcestruzzo dopo l'esposizione a condizioni di caldo/umido, indebolimento dei legami adesivi per l'esposizione ad ambienti difficili, nonché di strutture in acciaio rinforzate con materiali FRP legati esternamente. La sottounità operativa sarà incentrata sulla valutazione della durabilità e sulla caratterizzazione dei meccanismi di degrado per i materiali e i sistemi da costruzione, attraverso un innovativo approccio interdisciplinare che abbraccia l'intera gamma di materiali impiegati, compresi anche i materiali alternativi a base biologica. Le prestazioni di durata a lungo termine saranno monitorate da prove accelerate utilizzando camere climatiche per cicli di gelo, esposizione ai raggi UV e all'ambiente aggressivo. L'effetto dell'esposizione di materiali inorganici, polimerici e compositi a vapori e gas aggressivi, compresi gli ambienti umidi, sarà inoltre valutato in questa sottounità operativa. L'analisi dei danni come l'attacco di solfato e cloruro, la formazione di crepe dovute al fuoco, ecc., sarà caratterizzata in dettaglio dall'analisi chimica (spettroscopia XRF) e morfologica (microscopio ottico digitale).

IMT-OSU-4: Analisi dei fenomeni di degrado e prevenzione del collasso

Questa sottounità operativa è focalizzata sulla simulazione numerica dei fenomeni di degradazione di materiali e di strutture. L'analisi della diffusione di specie chimiche aggressive (anidride carbonica, cloruro, solfato ecc.)

all'interno di una struttura in cemento armato, è essenziale per definirne la vita utile e quindi il ricoprimento minimo in calcestruzzo da adottare nella progettazione. A partire dalla determinazione dei profili di concentrazione (mediante analisi chimica), attraverso la fase di taratura dei modelli di diffusione, è possibile elaborare previsioni sulla vita utile delle diverse parti della struttura in esame e di strutture similari soggette ad ambienti simili. La durabilità dei materiali e dei compositi a base polimerica esposta ad ambienti difficili può essere prevista utilizzando modelli per la termodinamica di assorbimento e il trasporto di massa di composti a basso peso molecolare, nonché modelli in grado di prevedere come queste sostanze influenzano le principali proprietà meccaniche dei materiali.

IMT-OSU-5: Caratterizzazione avanzata delle proprietà termo-meccaniche, del comportamento ad alte temperature e della resistenza al fuoco

A livello del materiale, l'attività è focalizzata sulla caratterizzazione della natura della trasformazione fisico/chimica e sulla quantificazione dei parametri cinetici, come risultato dell'esposizione alle alte temperature da fuoco ad alta velocità di riscaldamento. A tal fine è possibile utilizzare l'analisi termogravimetrica e la calorimetria a scansione differenziale (TG/DSC). L'apparecchiatura TGA proposta consente esperimenti a velocità di riscaldamento molto elevate fino a 8 K/s., che è molto più alta rispetto alle tipiche apparecchiature TGA che raramente superano 0,5 K/s. Inoltre, proponiamo di accoppiare la TGA a DSC e FT-IR. Inoltre, l'iniziativa prevede la valorizzazione del Laboratorio di Analisi Termica del Materiale Isolante (IMATlab) che sarà dotato di un Termometro per la caratterizzazione avanzata del calore specifico, diffusività termica e conducibilità termica dei materiali da costruzione, sia per componenti isolanti che strutturali. A livello di assemblaggio, grazie ai forni orizzontali e verticali, il laboratorio consentirà lo sviluppo di materiali/sistemi innovativi e nuove tecnologie per migliorare le prestazioni di strutture e infrastrutture in caso di incendio. Queste attività permetteranno inoltre di migliorare nuove metodologie e procedure di progettazione e nuovi approcci per valutare la sicurezza antincendio e la sostenibilità delle strutture e delle infrastrutture. D'altra parte, i forni saranno utilizzati per condurre le principali attività per la certificazione di componenti strutturali e non strutturali (ad esempio, sistemi assemblati orientati in posizione orizzontale o verticale come colonne, travi o lastre) attraverso la quantificazione della capacità di resistere all'esposizione alle alte temperature di prodotti come porte, serrande, giunti e materiali da costruzione (ad esempio, protezioni antincendio). Il laboratorio sarà dotato anche di una camera ambientale che fornisce capacità di prova ad alta temperatura (max 600°C) per valutare le proprietà del materiale.

IMT-OSU-6: Prove sismiche avanzate su dispositivi di isolamento

L'attività si basa su un impianto ad hoc costituito da un sistema biassiale per l'esecuzione di prove su isolatori sismici elastomerici e a pendolo, comunemente adottati nelle grandi infrastrutture di trasporto. Il sistema di prova è stato correttamente progettato per valutare il comportamento degli isolatori sismici sulla base di tecnologie esistenti o innovative. Le prove sono effettuate con un carico di compressione (carico verticale) e con spostamenti ciclici orizzontali. Le caratteristiche generali della macchina di prova, in termini di capacità di carico verticale/orizzontale, capacità di spostamento e velocità (sia in funzione dell'asse verticale che orizzontale), sono state identificate per includere la più ampia gamma di applicazioni per gli utenti, producendo una macchina di prova unica nel Sud Italia.

IMT-OSU-7: Valutazione di cuscinetti e giunti di dilatazione dei ponti

L'impianto di collaudo di cuscinetti e giunti ha lo scopo di consentire la valutazione sperimentale delle prestazioni BWR 1 (resistenza meccanica e stabilità) al fine di certificare prodotti sia tradizionali che innovativi. I cuscinetti sferici e cilindrici con materiale scorrevole in PTFE sono oggi gradualmente sostituiti dall'utilizzo di nuovi materiali

speciali in grado di raggiungere portate maggiori e di garantire lunghe distanze di scorrimento. La certificazione di questi nuovi prodotti è regolata da diversi Documenti di Valutazione Europea (EAD), che si ispirano alla UNI EN 1337, ma sono specializzati per coprire nuovi requisiti specifici. Inoltre, anche la valutazione di diverse tipologie di giunti di dilatazione stradale (tra cui asfalto flessibile, cantilever) sono regolati da diversi EAD, risultato della conversione dell'ETAG032. L'impianto di prova proposto mira a valutare le prestazioni in base alle normative europee sopra menzionate e comprende cinque gruppi di prova.

IMT-OSU-8: Modellizzazione fisica multi-scala di prototipi di interazione suolo-struttura

Nella pratica attuale, il miglioramento del TRL con nuovi elementi di sotto-assemblaggio di grandi infrastrutture che poggiano su/sotto il livello del suolo (ad esempio, ponti, argini stradali, gallerie) – dalla proof of concept alla validazione nell'ambiente di servizio - richiede che siano studiati e modellati grandi volumi di sottosuolo. La proposta di prove multi-scala con una centrifuga geotecnica permetterà di testare in macrogravità i modelli fisici su piccola scala di tali elementi, riproducendo un ambiente che è meccanicamente rappresentativo delle condizioni del sito reale. Possono essere applicate condizioni di carico statiche e quasi-statiche. Inoltre, un 'simulatore di terremoti' integrato può essere applicato a modelli di strutture definite dall'utente o a terremoti reali a partire dal suo spettro di vibrazione registrato. Diversi sensori miniaturizzati raccolgono grandi serie di dati temporali per qualsiasi possibile applicazione rilevante nelle infrastrutture civili, fornendo set di dati empirici per convalidare modelli numerici e formare modelli digitali. Nel Sud Italia non esistono altre strutture simili che simulano realisticamente il comportamento di grandi infrastrutture come ponti, argini, gallerie o la risposta di edifici a rischi naturali e antropici entro un budget limitato.

IMT-OSU-9: Sistema di prove in scala reale per l'omologazione di componenti ferroviari e lo sviluppo di tecnologie di monitoraggio on-line secondo i principi della condition based maintenance

L'impianto di prova completo sarà dotato di almeno 18 attuatori idraulici (da 80 kN a 1500 kN) e di un sistema sincrono di controllo in tempo reale, che fornirà un doppio servizio alle (ma non solo) aziende operanti nel settore ferroviario.

- Prove statiche e di fatica su vasta scala consentiranno l'omologazione di assemblaggi e componenti di materiale rotabile e di sovrastruttura ferroviaria e supporteranno le aziende manifatturiere per lo sviluppo, la verifica e la convalida (V&V) di diverse soluzioni tecniche.
- La peculiarità di simulare le condizioni operative su componenti full-scale consentirà una stretta sinergia con le aziende e i reparti R&S nello sviluppo, taratura e validazione di entrambe le architetture di monitoraggio digitale (veicolo di bordo e way-side) e strutture intelligenti dotate di sensori integrati (tradizionale e/o di nuova generazione, ad es. wireless e autoalimentato), che permetterebbe/garantirebbe l'applicabilità della filosofia di manutenzione sugli assemblaggi e sottoinsiemi ferroviari.
- L'intera apparecchiatura di prova è completata da sistemi di acquisizione tradizionali (estensimetri elettrici) e più recenti (basati su FBG) dei dati, e da un sistema modulare in tempo reale per simulazioni hardware-in-the-loop (HIL), prototipi di controllo rapido (RCP) e ibride.

i) PROVE CONNESSE CON LE NUOVE FUNZIONALITÀ AGGIUNTE ALLE INFRASTRUTTURE

IMT-OSU-10: Caratterizzazione e qualificazione delle tecnologie delle energie rinnovabili: fotovoltaico, collettori termici, pompe di calore

Tale sottounità operativa lavorerà alla sperimentazione delle seguenti tecnologie: collettori solari termici e fotovoltaici, collettori ibridi solari fotovoltaici/termici, pompe di calore convenzionali e solari. Fornirà servizi a produttori, progettisti e ricercatori per il collaudo e la certificazione di dispositivi solari e pompe di calore. Le prove eseguite saranno conformi alle seguenti norme: EN 12975-2, ISO 9806, IEC EN 61215, IEC EN 61646, IEC EN 61730-1/2, UNI EN 14825, UNI TS 11300, EN14511. L'impianto sarà utilizzato anche per testare dispositivi prototipali e per fornire suggerimenti per migliorare gli standard di certificazione. Comprende due grandi camere climatiche, adatte a testare sia i dispositivi solari che le pompe di calore. L'impianto è dotato di un controllo dettagliato della temperatura, dell'umidità e della radiazione solare simulata e comprende anche le apparecchiature elettriche per le prove sui pannelli fotovoltaici e sulle pompe di calore elettriche. Molte altre camere sono incluse nella struttura per eseguire ulteriori test, come: calore umido, degradazione UV, polvere, grandine, pioggia. Ulteriori dispositivi saranno inclusi anche per testare le proprietà meccaniche dei dispositivi, vale a dire: dinamometrico, resistenza al fuoco, indici di ossigeno e temperatura, Glow Wire. La struttura sarà dotata di un sistema avanzato di monitoraggio e controllo, tra cui una pluralità di contatori e datalogger e uno strumento di gestione appositamente sviluppato. Non esistono strutture simili altrove, comprese tutte le prove progettate nella presente proposta.

IMT-OSU-11: Caratterizzazione dell'invecchiamento di componenti, dispositivi e sistemi elettrici

L'obiettivo dell'attività è la valutazione delle condizioni dei materiali isolanti e dei componenti dei sistemi di alimentazione funzionanti a media e alta tensione. L'obiettivo è la caratterizzazione dello stato di degrado dovuto a sollecitazioni sia elettriche che ambientali in vista di una maggiore affidabilità e prestazioni economiche ottimali dei sistemi di alimentazione ad alta/media tensione. Le attività di laboratorio combinano l'uso di tecniche tradizionali e innovative (ad esempio, test a scarica parziale stazionaria e transitoria (PD)) per determinare la capacità del dispositivo in prova (DUT) di prevenire eventi potenzialmente pericolosi. Le attività di laboratorio forniranno anche prove di degradazione accelerata. L'apparecchiatura sarà collocata in un laboratorio realizzato con opportuni collegamenti a terra e una gabbia di Faraday, in grado di schermare sia le emissioni esterne che le perturbazioni indotte e limitare le emissioni in uscita.

IMT-OSU-12: Caratterizzazione dinamica delle batterie di trazione al litio

L'obiettivo è quello di estendere il potenziale attuale disponibile nei nostri laboratori per la caratterizzazione dinamica delle batterie agli ioni di litio e dei pacchi, in termini di SOC, SOD e SOH, partendo dalla misurazione delle quantità disponibili (tensioni, correnti, temperature), per consentire lo sviluppo di algoritmi da utilizzare per la realizzazione del BMS. L'accuratezza dei modelli di batteria è essenziale per ottenere algoritmi di stima affidabili per ottenere un controllo preciso della batteria. Allo stesso tempo, una scelta accurata della tecnica di bilanciamento tra le cellule che compongono il pacco batteria permette di diminuire i tempi di ricarica, aumentare l'efficienza energetica mantenendo la temperatura entro i limiti consentiti, prevedere correttamente il ciclo di vita utile della batteria, in un'ottica di stabilità e sicurezza d'uso.

IMT-OSU-13: Prove sull'ecodesign delle pompe

All'interno di questa sotto-unità operativa, l'attività di test acustici sarà rivolta all'industria delle pompe affrontando gravi problemi con l'utilizzo di nuove pompe ultraveloci ($n > 3000$ rpm) e chiedendo soluzioni tecniche per il controllo del rumore. La diffusione di queste elevate velocità di pompaggio è in aumento nei sistemi con variazioni di velocità e pompaggio diretto. L'attività di allestimento dei digital twins delle stazioni di pompaggio sarà utilizzata per la valutazione energetica impegnata dalle Water Utilities secondo la norma UNI EN ISO 14414:2019. L'attività

di prova dei controlli delle pompe nelle condizioni di lavoro della rete idrica utilizzando una rete mista fisico-digitale sarà utilizzata nello sviluppo di nuove norme europee.

ii) *PROVE ASSOCIATE AD APPARECCHIATURE MOBILI COME LABORATORIO PER LE PROVE IN SITO*

IMT-OSU-14: Misurazione della capacità portante e delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni autostradali e aeroportuali

Le apparecchiature di raccolta dati automatizzata sono disponibili con sistemi completamente integrati che consentono di raccogliere una varietà di dati in un unico passaggio di un veicolo di rilevamento. Oltre alle informazioni sulle condizioni della pavimentazione stradale, questi veicoli possono anche ottenere immagini relative al diritto di precedenza, informazioni relative alla pendenza trasversale della strada, coordinate del sistema di posizionamento globale (GPS) e immagini 3D utilizzando la tecnologia Light Detecting and Ranging (LIDAR). La capacità portante degli aeroporti e delle pavimentazioni stradali è misurata da apparecchiature avanzate che conferiscono un impulso di carico alla superficie. Il carico viene prodotto facendo cadere un grosso peso su una serie di tamponi in gomma su una staffa collegata ad una piastra di carico circolare. I sensori di deflessione (geofoni) montati radialmente dentro e dal centro della piastra di carico misurano la deformazione della pavimentazione in risposta al carico. Le apparecchiature automatizzate possono acquisire grandi quantità di informazioni per ottenere caratteristiche del profilo e della texture della superficie stradale. I dati di questi veicoli possono essere raccolti a velocità vicine al traffico, quindi la raccolta dei dati può essere effettuata rapidamente senza influire negativamente sul traffico e causare potenziali rischi per la sicurezza.

IMT-OSU-15: Innovativo rimorchio di prova per la caratterizzazione all'aperto di pneumatici di grandi dimensioni, non convenzionali e per applicazioni cross-over

La sottounità operativa riguarda lo sviluppo e la realizzazione di un veicolo di rimorchio dotato di un adeguato sistema di alloggiamento modulare, in grado di collocare pneumatici di dimensioni variabili, o caratterizzati da condizioni di lavoro non convenzionali, a contatto con l'asfalto effettivo. L'obiettivo principale dell'apparecchiatura è quello di effettuare test per la caratterizzazione degli pneumatici, per applicazioni che coinvolgono camion, autobus, veicoli agricoli e commerciali, aerei e veicoli spaziali nelle fasi di decollo e atterraggio. La soluzione proposta, basata su un sistema di attuazione e acquisizione dati, posto su un rimorchio trainato da un trattore, è concepita per riempire un mercato significativo, e per soddisfare un'esigenza fondamentale degli attori che operano nello sviluppo di veicoli e pneumatici, fornendo informazioni oggettive sulle forze di interazione scambiate con la strada, i relativi livelli di aderenza, le caratteristiche strutturali e la risposta vibrazionale alle sollecitazioni esercitate durante le fasi di movimento.

IMT-OSU-16: Monitoraggio on-line e continuo delle barre di rinforzo incorporate in strutture in cemento armato

La corrosione delle barre di acciaio è uno dei principali fattori che influenzano la durata delle strutture in cemento armato. Il monitoraggio del rinforzo in acciaio è di fondamentale importanza per mantenere lo stato della struttura sotto controllo e consentire loro strategie di manutenzione appropriate prima che le condizioni pericolose e il potenziale collasso siano determinati. Tra le varie tecniche disponibili, si intende utilizzare sensori elettrochimici per la loro approvata e consolidata sensibilità ai fenomeni di degradazione che si verificano nelle strutture in

calcestruzzo. La strumentazione proposta può essere utilizzata sia in laboratorio che in condizioni operative in loco su strutture esistenti (ponti, edifici) che richiedono un adeguato controllo.

IMT-OSU-17: Laboratorio pilota in situ per le funzionalità elettriche intelligenti

Questa sottounità operativa ha lo scopo di effettuare valutazioni in scala reale delle proprietà elettriche derivanti dalla "smartization" di un segmento di un'infrastruttura di trasporto (già identificata nell'area di Napoli) che riproduce un reale scenario in servizio. Oltre alle smart utility elettriche minori (ad esempio, illuminazione stradale, illuminazione delle pensiline ecc.), le attività saranno principalmente incentrate su unità di autoproduzione basate su fonti di energia rinnovabile, contribuendo allo sviluppo di una rete smart; a tale scopo, un impianto pilota di prova fotovoltaico insieme a un monitor/dispositivo di controllo ad hoc sono considerati l'impianto principale per questa sottounità operativa.

II. Digital Twin (DT): la creazione di un digital twin (gemello digitale) di un'infrastruttura esistente o di una nuova infrastruttura smart richiede diverse fasi digitali da realizzare, ad esempio acquisizione digitale avanzata, il monitoraggio e la gestione dei dati che rappresentano la base per un efficace funzionamento dell'infrastruttura smart all'interno di un dominio cyber-fisico. Per alimentare il Digital Twin, è necessario implementare reti di sensori affidabili che possano acquisire dati dal mondo fisico; infatti, il Digital Twin deve essere aggiornato in tempo reale dai dati raccolti dai sensori collegati all'asset fisico. Quindi, attraverso l'uso di programmi di simulazione, intelligenza artificiale e machine learning, la DT può fornire informazioni utili sugli asset e modelli predittivi delle future performance e "reazioni" dell'asset a determinate condizioni. Questo è particolarmente importante per infrastrutture come strutture in calcestruzzo, ponti, ecc. Infatti, il Digital Twin può essere utilizzato per valutare le condizioni attuali dell'infrastruttura e, ancora più importante, prevedere il suo comportamento futuro, perfezionare il suo controllo o ottimizzare il suo funzionamento.

DT-OSU-1: Valutazione delle reti di sensori e trasduttori a livello fisico e di collegamento dati

Il monitoraggio dell'infrastruttura può oggi contare su trasduttori intelligenti che possono essere interconnessi come qualsiasi dispositivo IoT. La facilità di collegamento in una rete consente possibilità senza precedenti in termini di controllo remoto e piani di gestione. L'attività è rivolta all'analisi e alla sperimentazione di nuovi approcci per la taratura periodica, nonché alla definizione di indici chiave di performance per la valutazione dei metodi e dei relativi strumenti di misurazione da campo. L'attività richiede l'allestimento di un laboratorio aperto dotato sia di strumenti di alto livello adatti alle applicazioni metrologiche e in grado di interfacciarsi con eventuali protocolli standard, nonché degli elementi del dispositivo sotto test, costituiti da attrezzature commerciali disponibili sul mercato per il monitoraggio delle infrastrutture.

DT-OSU-2: Sviluppo, implementazione e caratterizzazione di sistemi di misurazione cyber-fisici scalabili (CPMS)

Questa attività è legata allo sviluppo, implementazione e caratterizzazione metrologica di Cyber-Physical Measurement Systems (CPMS) per test multi-scala avanzati. In sostanza, sfruttando le forti somiglianze tra i sistemi di misura (MSs) e i sistemi cyber-fisici (CPSs), le tecnologie 4.0 smettono di essere utilizzate come sovrastrutture esterne per MSs e diventano soluzioni incorporate, intrinsecamente presenti nell'architettura della MS, e pienamente efficaci attraverso una configurazione metrologica adeguata. I CPMS sono sistemi di monitoraggio auto-consapevoli, autocoscienti e auto-mantenuti, in grado di generare istruzioni molto efficaci, proprio come i CPSs che

interagiscono abilmente con "entità" simili nell'ecosistema. Per perseguire questo approccio e renderlo praticabile per applicazioni nel settore considerato, è di massima importanza acquisire apparecchiature di misura ad alte prestazioni in modo da consentire di progettare, implementare, caratterizzare e scalare "native" CPMSs, per migliorare le prestazioni metrologiche e le capacità proattive. Esempi di applicazioni CPMS includono il monitoraggio di edifici, pavimentazioni stradali, strutture in calcestruzzo, ecc.

DT-OSU-3: Droni per l'ispezione delle infrastrutture

La struttura di sviluppo del servizio drone ha lo scopo di supportare la realizzazione di servizi avanzati di ispezione delle infrastrutture basati sull'adozione di droni singoli e multipli, ad esempio "sciame" di droni. Per ciascuna attività di ispezione devono essere svolti due compiti principali, quali:

- 1) Preparare un piano di volo dettagliato che dimostri la capacità di eseguire la missione con drone in sicurezza. Questo compito può essere realizzato utilizzando un software di pianificazione brevettato e utilizzando l'area netta in costruzione al polo San Giovanni.
- 2) Gestire la formazione degli operatori di monitoraggio, che dovranno effettuare la procedura. Questa attività sarà realizzata all'interno dell'area delimitata.

III. Fabbricazione digitale (FG): Quest'area di ricerca mira a guidare lo sviluppo e l'integrazione delle più avanzate tecnologie di fabbricazione digitale nei settori dell'edilizia, includendo come potenziali obiettivi, infrastrutture innovative e interventi autonomi in sito. Attraverso la combinazione di tecnologie digitali e processi di costruzione di ingegneria e fisica dei materiali, questa unità intende lanciare percorsi di progettazione-fabbricazione innovativi per le costruzioni di domani che soddisfano i requisiti generali di efficienza e sostenibilità. In particolare, l'unità di ricerca promuoverà l'implementazione di prodotti da costruzione altamente innovativi, concepiti digitalmente e sostenibili attraverso lo sviluppo di tre principali sottounità operative.

DF-OSU-1: Fabbricazione digitale off-site

L'attività si concentrerà sulle strutture in cemento e cemento armato prodotte mediante processi di costruzione automatizzati basati su: casseforme flessibili leggere; moduli autoportanti large-span; costruzione robotica. La sottounità operativa sarà dotata di due robot collaborativi che lavorano con materiali simili al calcestruzzo per la produzione additiva, un robot per la trasformazione metallica, un carro ponte e diversi sistemi di alimentazione. Questa struttura sarà la prima e unica in Italia e supporterà il miglioramento delle pratiche attuali nella costruzione di infrastrutture.

DF-OSU-2. Fabbricazione digitale su misura e integrata

L'attività è finalizzata a migliorare lo sviluppo tecnologico delle attuali tecniche di fabbricazione digitale (ad esempio, la produzione additiva) attraverso funzionalità integrate nel processo di produzione, come sensori, aggiunte di materiali auto-rigeneranti e self-sensing. Questo obiettivo sarà raggiunto attraverso l'uso di teste di stampa ad hoc che includono filamenti, sensori, additivi depositati in modo controllato.

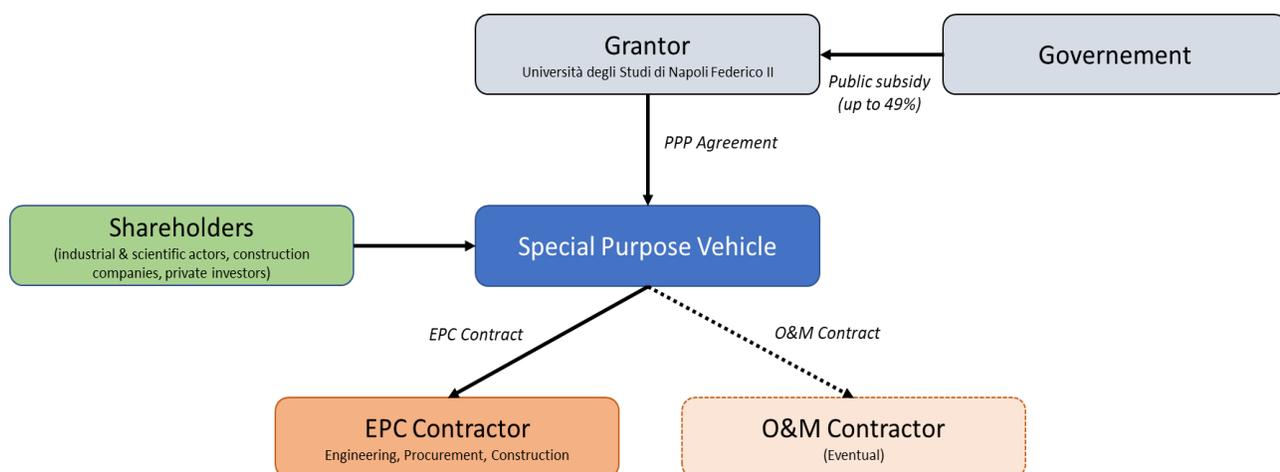
DF-OSU-3 Interventi autonomi in loco

Si tratta di un macchinario robotizzato "mobile" in grado di operare in loco per garantire sicurezza ed efficienza di lavoro in situazioni critiche, come ad esempio strutture elevate, condizioni di vento ecc. Il macchinario sarà

predisposto con un adeguato sistema di alimentazione del materiale, dispositivo di acquisizione dati, sistema di controllo digitale dei dati per regolare e adattare la deposizione del materiale (ad esempio, per la riparazione di opere) in base ai requisiti prestazionali.

B.2. Modello di impresa

L'iniziativa è strutturata come una infrastruttura di ricerca e innovazione a lungo termine con la collaborazione pubblico-privato tra l'Università degli Studi di Napoli Federico II ("UniNa") e uno Special Purpose Vehicle (la "SPV" o società veicolo). Nel dettaglio, la SPV sarà realizzata seguendo gli art. 3 e 180 ss. del Codice dei Contratti Pubblici (DLGS_50/2016) e con la forma contrattuale PPP che rappresenta la qualificazione giuridica dell'accordo tra UniNa e SPV. In questo modo, l'autorità pubblica stipulerà un contratto scritto per concedere all'operatore economico privato una serie di attività riguardanti la realizzazione, la manutenzione e la gestione operativa dell'infrastruttura di ricerca entro un determinato periodo di tempo. Per l'autorità pubblica, il rendimento è dato dallo sfruttamento economico delle risorse finanziarie della SPV e dalla fornitura di un servizio connesso alla creazione/utilizzazione dell'infrastruttura di ricerca, nell'ambito dell'assunzione dei rischi individuati nell'accordo e con le modalità dell'operatore privato. Sulla base del contratto stipulato, la SPV sarà responsabile dell'ingegneria-approvvisionamento-costruzione (EPC), finanziamento, esercizio e manutenzione (O&M) dell'iniziativa. La durata del contratto è prevista per 25 anni dopo la costruzione dell'infrastruttura. La SPV sarà creata mediante un consorzio di imprese private da selezionare mediante una procedura di gara pubblica. UniNa prevede di attrarre operatori composti da società industriali, di Ricerca & Sviluppo, società di gestione infrastrutturale nonché da investitori istituzionali a lungo termine.



B.2.1. Infrastruttura e gestione operativa

Come di consueto nei progetti PPP, gli obblighi relativi alla progettazione e alla costruzione saranno subappaltati back-to-back a un contraente EPC. La SPV può anche subappaltare il Contratto O&M, a seconda della portata e delle esigenze di bancabilità del progetto. Ai sensi dell'art. 180, comma 2, del Codice dei Contratti Pubblici (DLGS_50/2016), i ricavi operativi della SPV si baseranno sia sulla quota convenuta riconosciuta nel contratto del

PPP, e sulla contropartita economica ricevuta sotto forma di reddito diretto derivante da servizi forniti ad utenti esterni. La struttura complessiva prevista del progetto è illustrata di seguito. L'SPV sarà pienamente responsabile di fornire il finanziamento del progetto (al netto della sovvenzione fornita dal MUR). Una solida struttura di governance, generalmente adottata per le operazioni di PPP, sarà garantita dall'inclusione di clausole appropriate nell'accordo di PPP.

Sul fronte pubblico, UniNa nominerà un RUP ("Responsabile Unico del Procedimento") responsabile dell'iniziativa PPP, che sarà il principale punto di contatto e controparte della SPV. L'attività quotidiana della SPV sarà gestita da un team guidato da un Amministratore ("Direttore Generale") assunto da UniNa, che riferirà al consiglio di amministrazione della società ("Consiglio di Amministrazione") nominato dagli azionisti. L'obbligo delle parti e le loro interazioni saranno disciplinati nell'accordo di PPP. Il dualismo degli attori permetterà una gestione quotidiana chiara ed efficiente del Progetto, creando valore per entrambe le parti (pubbliche e private).

Una volta che l'F2SI-Lab avrà avviato le attività tecnico/commerciali, la gestione operativa sarà guidata dal **Gestore dell'Infrastruttura** che supervisionerà la governance e l'organizzazione dell'infrastruttura di ricerca. I compiti specifici includono:

- selezione, progettazione e sviluppo dei migliori modelli di governance e organizzazione da implementare in F2SI-Lab;
- analisi di questioni etiche e legali che potrebbero influenzare la governance e l'organizzazione di F2SI-Lab;
- analisi della moltitudine di parti interessate al fine di costruire partenariati e collaborazioni strategiche;
- implementare strumenti analitici per il monitoraggio delle attività aziendali pertinenti e raggiungere obiettivi a lungo termine;
- gestire gruppi di ricerca internazionali/multidisciplinari (sia pubblici che privati).

Oltre al Gestore dell'Infrastruttura, saranno nominati **due Coordinatori Tecnici** per pianificare e monitorare le attività tecniche delle tre aree di ricerca previste nel F2SI-Lab. Essi forniranno inoltre orientamento professionale e supporto tecnico ai ricercatori sulla progettazione di laboratorio, la pianificazione delle prove, la valorizzazione dei risultati sperimentali.

B.2.2. Funzionamento del PPP

Per il progetto saranno individuate due categorie di partner privati: gli azionisti della SPV e le società private interessate ad utilizzare la struttura una volta pienamente operativa. Gli azionisti della SPV saranno selezionati mediante una gara d'appalto pubblica indetta dal concedente. Il consorzio dei futuri azionisti della SPV dovrà soddisfare i criteri di selezione individuati dalla normativa italiana in materia di appalti pubblici, come specificato nella richiesta di proposta di gara d'appalto e potrebbe essere composto da società di costruzione e gestione di impianti, attori industriali e delle imprese di costruzione, nonché investitori a lungo termine specializzati nel settore delle infrastrutture.

Separatamente, UniNa manterrà la responsabilità di trovare utenti privati per l'utilizzo (remunerato) dell'infrastruttura di ricerca. Tali utilizzatori (molto probabilmente attori privati industriali e di R&S) concluderanno

un accordo tripartito con SPV e UniNa per l'utilizzo delle attrezzature, pagando una quota di accesso che sarà trattenuta integralmente da UniNa; a questo proposito, diverse lettere di sostegno da parte dei potenziali utenti di F2SI-Lab sono già state raccolte e sono allegate alla proposta. Allo stesso tempo, UniNa pagherà all'SPV un canone annuale di disponibilità per coprire i costi di O&M e remunerare l'investimento privato effettuato per tutta la durata della concessione. Tale corrispettivo sarà determinato in anticipo in base al piano finanziario della SPV ("Piano Economico-Finanziario") e sarà adeguato in base alle performance effettive secondo alcuni KPI definiti nell'accordo PPP. Infine, alcuni diritti speciali di utilizzo potrebbero essere concessi agli azionisti della SPV, se interessati.

B.3. Piano economico

Il piano economico dell'iniziativa è stato sviluppato partendo dai costi delle attrezzature (e dei corrispondenti impianti) previsti per le tre aree di ricerca dell'F2SI-Lab e, più nello specifico, costituiscono i macchinari e i sistemi citati in ogni sottounità operativa. Inoltre, l'intera attrezzatura di F2SI-Lab è stata collocata in un'apposita area (già disponibile per UniNa) adiacente al Complesso San Giovanni che ospiterà gli edifici del laboratorio. In particolare, nel calcolo dell'area di utilizzo e dei costi di costruzione, la nuova area di F2SI-Lab è considerata come situata in luogo in stato di degrado e precedentemente utilizzata per scopi industriali; pertanto, il limite delle spese "e" è stato aumentato al 15% del costo totale del progetto. La tabella seguente include i dettagli di tutti i costi e le spese (IVA inclusa).

Costo ammissibile (art. 7 dell'invito a presentare proposte)	Costi (€)		Totale €
	Da non collocare nelle Regioni Del Mezzogiorno	Da collocare nelle Regioni del Mezzogiorno	
a. Spese, anche se non contabilizzate come investimenti materiali e immateriali, relative a un gestore dell'infrastruttura altamente qualificato e altro personale dirigente (manager) incaricato dei servizi offerti dall'infrastruttura			510,000.00
- N. 1 Gestore dell'infrastruttura (1 contratto per 3 anni) - Nr.2 Coordinatori tecnici (2 contratti per 3 anni)		210,000.00 € + 300,000.00 € = 510,000.00 €	
b. Strumentazione scientifica, apparecchiature e macchinari di ricerca e relativi accessori, turnkey			27,083,113.10
- Test Multiscala innovativi - Digital Twin - Fabbricazione digitale		23,281,367.36 € + 2,290,440.24 € + 1,511,305.50 € = 27,083,113.10 €	
c. Impianti tecnici strettamente connessi alla funzionalità di attrezzature e macchinari			2,104,720.00
- Test Multiscala innovativi - Digital Twin - Fabbricazione digitale		1,558,080.00 € + 105,000.00 € + 441,640.00 € = 2,104,720.00 €	
d. Licenze e brevetti software		100,000.00 €	100,000.00

e. Edifici e terreni (compresi i terreni edificabili) non superiori al 10% del costo totale del progetto. Per i siti in stato di degrado e per quelli precedentemente utilizzati per scopi industriali che includono edifici, questo limite è aumentato al 15%		5,780,000.00 €	5,780,000.00
f. Ripristino, ristrutturazione, riqualificazione e ampliamento degli edifici se strettamente necessario per quanto riguarda la funzionalità dell'infrastruttura			
g. Costi di progettazione e altre spese tecniche connesse		578,000.00 €	578,000.00
h. Costi indiretti (fino ad un massimo del 7% degli altri costi del progetto)		2,516,445.98 €	2,516,445.98
Totale €		38,672,279.08 €	38,672.279.08

B.4. Tempistiche del progetto

L'iniziativa sarà attuata attraverso diverse fasi a partire dal bando di concorso che sarà lanciato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II per la creazione del SPV (vedi parte B.5. di questo documento), e quindi procedendo con lo sviluppo del concept dei laboratori ed infine esecuzione attraverso la progettazione, la preparazione, l'implementazione e le operazioni di costruzione prima di raggiungere una fase finale di terminazione dopo 36 mesi. Ogni fase degli interventi sarà coerente con i tempi rigorosi dettati dal presente bando pubblico. Per questo motivo, si ritiene opportuno procedere con un diffuso outsourcing di tutti i servizi ingegneristici e architettonici che caratterizzano l'intervento. Il calendario previsto per l'attuazione dell'iniziativa, ossia 36 mesi, è diviso in 9 quadrimestri (da Q1 a Q9).

B.4.1. Obiettivi intermedi

La seguente tabella riassume gli obiettivi intermedi (IO) dell'esecuzione degli interventi, la data di inizio e la durata, e sintesi delle attività.

Obiettivi Intermedi (IOs)	Avvio del progetto per F2SI-Lab ↓	Inizio Mese (MX)	Durata (Mesi)
Sviluppo e Design del progetto			
IO1	<i>Studio del Concept - Design Definire le principali caratteristiche tecniche e le esigenze del F2SI-Lab attraverso il Report del Concept Design.</i>	M1	4
Preparation			
IO2	<i>Studio di progettazione tecnica Fornire opzioni strutturali avanzate di F2SI-Lab, layouts architettonici, valutazione e soluzioni delle opzioni di ubicazione; creazione del libro contabile complessivo e piano di gestione dei dati.</i>	M2	4
IO3	<i>Approvazione della fattibilità tecnica ed economica</i>	M3	4

	<i>Verifica delle opzioni tecniche delle diverse strutture in relazione alla disposizione degli edifici e dei sistemi; verificare la redditività economica in base al calendario delle attività di esecuzione e di finanziamento.</i>		
IO4	<u>Autorizzazioni all'esecuzione</u> <i>Verificare la coerenza e il dettagliato piano di attività tecnica del progetto finale; verifica della fattibilità e approvazione del piano di esecuzione degli interventi per costruire F2SI-Lab.</i>	M3	4
IO5	<u>Gare d'appalto pubbliche indette da UniNa</u> <i>Definizione delle regole di ingaggio e delle corrispondenti procedure pubbliche per le gare di appalto associate ai lavori di costruzione di F2SI-Lab; definizione delle regole di ingaggio e delle corrispondenti procedure pubbliche per le offerte associate alla fornitura di impianti sperimentali; selezione e aggiudicazione finale dei lavori; selezione e aggiudicazione finale della fornitura di impianti sperimentali; stipulazione di contratti.</i>	M4	6
Esecuzione dei lavori			
IO6	<u>Attività di esecuzione - parte 1A</u> <i>Esecuzione delle principali opere strutturali (fondazioni, struttura) e verifica della coerenza con i contratti.</i>	M7	6
IO7	<u>Attività di esecuzione - parte 1B</u> <i>Esecuzione dei lavori di costruzione architettonica e non strutturale (camere, pareti divisorie, finiture ecc.) e verifica della coerenza con i contratti. Deposito iniziale per le strutture sperimentali.</i>	M10	6
IO8	<u>Attività di esecuzione - parte 2A</u> <i>Esecuzione delle opere generali (cavi, sistemi energetici, ecc.) per il funzionamento complessivo dell'infrastruttura di ricerca. Acquisto parziale degli impianti sperimentali.</i>	M13	8
IO9	<u>Attività di esecuzione - parte 2B</u> <i>Esecuzione delle specifiche opere di impianto (cavi, sistemi energetici ecc.) necessarie all'installazione degli impianti; verifica della coerenza con i contratti. Acquisto parziale degli impianti sperimentali.</i>	M15	8
IO10	<u>Attività di esecuzione - parte 3A</u> <i>Installazione degli impianti pesanti di F2SI-Lab; verifica della coerenza con i contratti; acquisto parziale degli impianti sperimentali.</i>	M19	6
IO11	<u>Attività di esecuzione - parte 3B</u>	M23	8

definizione del piano finanziario avanzato, la stima dei contributi in natura, analisi dei costi di costruzione e di esercizio e piano aziendale per il consorzio.

B.5. Promozione del trasferimento di conoscenze e delle attività di creazione di imprese.

Lo sviluppo di una strategia di trasferimento delle conoscenze (knowledge transfer - KT) di F2SI-Lab dovrebbe consentire la circolazione delle conoscenze a tre livelli, vale a dire:

-scambio di conoscenze tra i dipendenti del F2SI-Lab.

-condivisione della conoscenza orizzontalmente (tra organizzazioni) e verticalmente (all'interno delle organizzazioni) in F2SI-Lab.

-condivisione delle conoscenze tra l'F2SI-Lab e terzi, in particolare imprese, ma anche autorità pubbliche e società civile.

Ciò può essere ottenuto attraverso la creazione di servizi di supporto adeguati (ad esempio, gestione della proprietà intellettuale), sistemi di voucher (ad esempio, scouting tecnologico), audit tecnologici nelle imprese per identificare le loro esigenze e capacità di assorbimento della tecnologia, la partecipazione a piattaforme di networking e cooperazione, eventi promozionali per la promozione della tecnologia, l'informazione e la partnership (ad esempio, per professionisti, professionisti e studenti), il sostegno alla protezione e alla licenza dei diritti di proprietà intellettuale (DPI). Dal punto di vista della formazione universitaria, la collaborazione con aziende private favorirà l'attivazione di programmi di dottorato industriale caratterizzati da un alto livello di innovazione. Inoltre, un Senior Technical Expert (STE) Panel sarà creato coinvolgendo rappresentanti delle principali organizzazioni pubbliche e private che operano nella gestione dell'infrastruttura. Il gruppo STE svolgerà un ruolo fondamentale nell'individuazione delle migliori pratiche KT che possono essere trasferite o adattate alle esigenze dell'ecosistema dell'infrastruttura di trasporto. Saranno inoltre implementate una serie di attività di mobilitazione multi-stakeholder e di apprendimento reciproco (MML), che stanno contribuendo a codificare e generare nuove conoscenze sulle esigenze e le lacune e le migliori pratiche di KT di rilevanza nel contesto italiano.

Parte C - Impatto previsto

C.1. Risultati attesi dell'intervento

F2SI-Lab è concepito su una base multidisciplinare e contribuirà ad integrare le varie dimensioni del sistema di conoscenza e innovazione nell'ambito delle infrastrutture esistenti e nuove; questa caratteristica produrrà un impatto diretto sull'ecosistema degli stakeholder e sul territorio geografico incorporato all'interno dell'iniziativa. In particolare, dall'implementazione di F2SI-Lab sono previsti i seguenti impatti:

Impatto scientifico

- Ricerca scientifica pionieristica con strumenti all'avanguardia di piccola-grande scala: collaborazione di risorse per strumenti unici o uso di effetti di rete collegando strumenti; affrontare la complessità e creare nuove conoscenze sulla gestione dell'infrastruttura attraverso la multidisciplinarietà; maggiore credibilità internazionale e la reputazione della scienza prodotta.
- Evoluzione dell'organizzazione della ricerca mediante: maggiore integrazione; ruolo centrale delle infrastrutture elettroniche; mix di collaborazione e concorrenza; armonizzazione delle pratiche (accesso, qualità, ecc.).

Capitale sociale e umano

- Creazione di capitale sociale in termini di: benefici derivanti dalla creazione di reti sociali formali e informali a seguito della varietà di parti interessate allo sviluppo di F2SI-Lab; reti di scienziati ed esperti; processi di apprendimento e conoscenza-condivisione facilitata dalla fiducia e dalla reciprocità; valorizzazione del benessere sociale nell'area del Complesso San Giovanni.
- Creazione di capitale umano in termini di attrattività per i migliori ricercatori; sviluppo di capacità attraverso la formazione e gli effetti di apprendimento su scala europea.

Impatto Sociale

- Contributo alla soluzione delle sfide attuali, quali il contributo diretto alla sostenibilità, la mitigazione dei cambiamenti climatici, l'efficienza dell'uso delle risorse; contributo indiretto attraverso nuove conoscenze che portano all'innovazione.
- Comunicazione scientifica e didattica: ambiente formativo all'interno e all'esterno dell'Università Federico II di Napoli; visibilità della scienza innovativa e della responsabilità.
- Creazione di nuove opportunità di lavoro per prevedere soluzioni ingegnerizzate innovative, verificandone l'applicabilità e potenziando così la competitività delle aziende coinvolte nell'iniziativa.

Impatto economico

- Impatto economico diretto e indiretto: attività legata allo sviluppo e al funzionamento di F2SI-Lab attraverso l'approvvigionamento di utenti privati e stakeholder di infrastrutture nuove ed esistenti; spin-off basati sulle conoscenze generate da F2SI-Lab o dal supporto di F2SI-Lab.
- Connessione ai sistemi di innovazione: investimenti in ricerca troppo rischiosi per le aziende, sinergia con altri settori produttivi e di ricerca (ad esempio, produzione di materiali innovativi, automotive, robotica ecc.).

C.2. Profilo di sostenibilità a lungo termine

La Sostenibilità a Lungo Termine dell'F2SI-Lab e, di conseguenza, la redditività dell'intervento, si basa su due principali fonti di valore economico generate dalle attività tecniche degli impianti:

- valore diretto dei servizi a pagamento pagati dagli utenti privati esterni di F2SI-Lab, e

-valore indiretto dalla ricerca scientifica pionieristica creata internamente.

La distribuzione di questo valore economico riflette la regola di allocazione degli utenti del F2SI-Lab istituito tra partner pubblici (ad esempio UniNa) e privati dell'iniziativa; in termini pratici, la regola di allocazione degli utenti regolerà l'accesso e il funzionamento della F2SI-Lab, i cui ricavi contribuiranno alla commissione annuale di ritorno per gli investitori privati/contributori del PPP (per un periodo di 25 anni). Sono previste tre allocazioni di utenti:

1) Circa 35% per uso interno di ricerca: acquisizione di conoscenze attraverso la ricerca multidisciplinare di F2SI-Lab e migliorare la credibilità e la reputazione della scienza. Sulla base di questo utilizzo interno della ricerca, l'Università degli Studi di Napoli Federico II contribuirà alla remunerazione annuale di ritorno agli investitori privati/contributori dell'iniziativa dal proprio budget. Anche i potenziali ricavi derivanti da spin-off e diritti di proprietà intellettuale basati sulle conoscenze generate da F2SI-Lab saranno associati a questa allocazione (salvo diverso accordo con le società di utenti privati).

2) Circa 15% per l'uso di Open Science: attività volte a promuovere Open Science nei programmi educativi, introducendo le migliori pratiche generate dal funzionamento di F2SI-Lab nonché processi scientifici basati sul lavoro cooperativo e nuovi modi di diffondere la conoscenza utilizzando tecnologie digitali e nuovi strumenti collaborativi.

3) Circa 50% per utenti privati: attività legate al funzionamento di ciascuna Sottounità Operativa del F2SI-Lab per utenti privati che genereranno ricavi da strutture su scala materiale (ad esempio, caratterizzazione) a strutture su larga scala con diverso ordine di grandezza dei costi di servizio (da 10k€ fino ad oltre 100k€). Questa fonte di valore economico rappresenterà il principale contributo al canone annuale di ritorno agli investitori/finanziatori privati dell'iniziativa.

A titolo di esempio, la centrifuga geotecnica (vedi dettagli di IMT-OSU 8) fornirà servizi di due diverse categorie: (a) ricerca e innovazione, (b) assessment e validazione tecnica di soluzioni ingegneristiche. Mentre la prima creerà gran parte del valore indiretto dell'attrezzatura, la maggior parte delle entrate dirette dell'investimento sarà associata alla seconda categoria. Nel primo caso (categoria a), la struttura può rappresentare un elemento distintivo per il suo utilizzo nelle azioni di ricerca e innovazione, a livello nazionale e internazionale. Si possono citare esempi di strutture simili (si vedano ad esempio gli inviti INFRAIA UE in H2020), che collaborano su scala continentale in reti finanziate per migliorare l'accesso ai dati, ai servizi e alle infrastrutture di ricerca, e fornire soluzioni basate su azioni innovative di R&S. All'interno di questa categoria, le iniziative "open science" saranno garantite anche per il 15% dell'utilizzo totale dell'infrastruttura. I ricavi commerciali (categoria b) possono essere valutati in circa 120-150k€ all'anno, che dovrebbero consentire un contributo congruo al recupero dell'investimento in questione in un periodo di 15 anni.

Allo stesso modo, i servizi di test e caratterizzazione degli pneumatici (vedi dettagli di IMT-OSU 15) offerti grazie al rimorchio innovativo hanno il potenziale per un'elevata sostenibilità e un ritorno economico relativamente rapido. Saranno proposti ad un prezzo indicativo di 20k€ per ogni pneumatico (in linea con gli attuali benchmark). Ogni sessione di test viene solitamente effettuata su un numero medio di 5 pneumatici, generando ricavi globali per 100k€ a sessione.

Durante tutte le fasi del ciclo di vita di F2SI-Lab sarà predisposto un piano di monitoraggio della sostenibilità dell'iniziativa, unitamente ad un'analisi dei costi costantemente perfezionata e aggiornata, con strumenti finanziari

e di governance specifici e regolabili, nonché con aggiornamenti periodici della strategia scientifica per far fronte all'evoluzione del partenariato, alle opportunità di internazionalizzazione, ai diversi cicli macroeconomici e alle esigenze emergenti della comunità di utenti in evoluzione. Infatti, il piano di sostenibilità contribuirà a stabilire e mantenere l'eccellenza attraverso l'intero ciclo di vita di F2SI-Lab con tutti i mezzi appropriati, garantendo condizioni complessive adeguate, e aprendo il F2SI-Lab all'innovazione sul panorama internazionale.