



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
RIFORME E INNOVAZIONE

# TECH 4 YOU

## Spoke 1

### Linea A

## Progetto 4

#### Sistemi per la gestione del rischio incendi

*Modelli, tecnologie e strumenti innovativi per la mitigazione e la prevenzione del rischio di incendi boschivi*

Coordinatore Scientifico: Pasquale Marziliano (UNIRC)

#### A. Ambito del progetto di ricerca collaborativa

Si intende come progetto di ricerca complessivo, di seguito “progetto complessivo”, l’insieme dei progetti pilota e delle attività svolte nell’ambito del **Goal4**, sotto il coordinamento di UNIRC. Le proposte che vengono presentate devono rientrare nell’ambito del progetto complessivo e rispondere agli obiettivi dello stesso.

L'obiettivo del progetto si concentra sull'innovazione tecnologica e la ricerca nei settori della mitigazione e della prevenzione del rischio di incendi boschivi. Questo obiettivo è realizzato attraverso lo sviluppo di modelli, tecnologie e strumenti innovativi, con un particolare focus sulla creazione di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione, previsione, propagazione, mitigazione e prevenzione del rischio di incendi boschivi anche attraverso interventi selvicolturali volti ad aumentare resistenza e resilienza dei sistemi forestali, nonché attraverso il monitoraggio della rinnovazione naturale post-fire.

#### Possibilità di Innovazione Collaborativa

Il progetto offre diverse opportunità per l'innovazione collaborativa:

1. **Integrazione di Diverse Discipline:** La combinazione di modellistica forestale, analisi dati, e tecnologie di monitoraggio permette collaborazioni tra esperti di diverse aree, come ingegneri, scienziati ambientali e forestali e sviluppatori di software.
2. **Collaborazione Industria-Ricerca:** Il progetto coinvolge lo sviluppo di piattaforme informatiche e sistemi di monitoraggio avanzati, creando opportunità per partnership tra istituti di ricerca e aziende specializzate in tecnologie hardware e software.
3. **Innovazione Aperta:** La partecipazione di diversi stakeholder, inclusi enti regionali o locali, professionisti e altre imprese, favorisce un approccio di innovazione aperta, dove diverse competenze e risorse vengono condivise e integrate per raggiungere obiettivi comuni.
4. **Sviluppo di Soluzioni Sostenibili:** L'orientamento del progetto verso la sostenibilità ambientale e la gestione del rischio incendi apre la strada a soluzioni innovative che possono essere applicate a livello globale, incoraggiando collaborazioni internazionali.

In sintesi, il progetto mira a realizzare innovazioni significative nel campo della gestione degli incendi boschivi, offrendo ampie opportunità per l'innovazione collaborativa tra diversi settori e discipline. Questo approccio non solo migliora le capacità di prevenzione e mitigazione degli incendi boschivi, ma promuove anche un ambiente di collaborazione e condivisione della conoscenza tra diversi attori.



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PILLOLE DI INNOVAZIONE  
E SVILUPPO

## B. Stato dell'arte

Il progetto complessivo prevede l'integrazione di tre distinti quanto correlati progetti di ricerca (vedasi **Allegato A**) che sono focalizzati su una migliore comprensione delle complesse dinamiche del rischio incendi boschivi. I proponenti collaboreranno con tali progetti.

I principali risultati sono incentrati sul monitoraggio, analisi e modellazione degli incendi boschivi e sono riassunti come segue.

### Sistema di monitoraggio e allerta precoce per gli incendi boschivi

- **Tecnologie chiave:** Utilizzo di immagini TIR (Thermal InfraRed), variabili meteorologiche (WI – Fire Weather Index), dati satellitari (Landsat 8-9, Sentinel 2A-2B, NRBI - Normalized Burn Ratio Index), e microsensori per rilevamento incendi con relativi protocolli di comunicazione, tecniche di machine learning per previsione del rischio e propagazione del fronte di fuoco, stima dei danni socioeconomici e ambientali.
- **Realizzazioni:** Selezione dell'area di studio nel Parco Nazionale della Sila, installazione di sensori CO<sub>2</sub> e telecamere, miglioramento delle previsioni di rischio incendi con tecniche AI, sviluppo di modelli di propagazione del fronte di fuoco, metodi di sensoristica remota, e stima dei danni socioeconomici.

### Siti sperimentali e dimostrativi multidisciplinari per lo studio degli effetti degli incendi

- **Focus:** Studio, analisi, monitoraggio e quantificazione degli effetti ecologici e ambientali degli incendi boschivi.
- **Progressi:** Selezione di siti pilota, sviluppo di protocolli sperimentali per monitorare la rigenerazione post-incendio, ricerca su parametri ambientali e sensori per rilevare e prevedere processi geo-idrologici post-incendio, raccolta dati con UAV e satellite.

### Modelli spazio-temporali probabilistici per la diffusione degli incendi boschivi

- **Obiettivi:** Sviluppo di modelli matematici per la propagazione degli incendi boschivi, ispirati all'epidemiologia e basati sul trasporto di calore.
- **Risultati:** Revisione di modelli esistenti, produzione di mappe di rischio incendi, implementazione di simulazioni numeriche, sviluppo di kernel di densità per modellare la dinamica degli incendi, pubblicazioni internazionali e dialogo con stakeholders per l'utilizzo di mappe di rischio e modelli matematici.

### Sinergie Tra i Progetti

Questi progetti condividono un obiettivo comune: comprendere, monitorare e gestire meglio gli incendi boschivi. Le sinergie si manifestano in diversi modi:

1. **Integrazione Tecnologica:** L'uso combinato di sensoristica, imaging remoto è complementare agli approcci sperimentali e di monitoraggio del secondo progetto ed ai modelli matematici del terzo.
2. **Condivisione Dati e Risorse:** I dati raccolti in ciascun progetto possono alimentare gli altri, ad esempio, i dati di sensori e immagini nel possono essere utilizzati per i modelli di propagazione.
3. **Applicazioni Interdisciplinari:** La combinazione di tecniche di ingegneria, scienze ambientali e matematica offre un approccio olistico al problema degli incendi boschivi.

In sintesi, i progetti, pur essendo distinti nelle loro specifiche aree di focus, lavorano in modo sinergico verso un obiettivo comune di comprensione e gestione avanzata degli incendi boschivi.

## C. Proprietà Intellettuale

Per supportare i progetti proposti, potranno essere messi a disposizione software, documenti, prodotti, dati, ecc., soggetti a diritti di proprietà intellettuale (IP) come riportato nell'Art.10bis del Bando Pubblico **TECH4YOU SPOKE1** e per i quali viene concessa una autorizzazione all'uso non commerciale durante il progetto di collaborazione. I risultati ottenuti nel corso del presente progetto collaborativo, derivanti dagli studi e dalle ricerche sviluppati dai ricercatori, dei diversi profili (dipendenti e non dipendenti) coinvolti nel progetto T4Y, rimarranno di proprietà degli stessi. Eventuali proposte riguardanti il loro utilizzo dopo la fine del progetto, da indicarsi nelle domande di partecipazione, dovranno essere oggetto di valutazione da parte dei Soggetti coinvolti e di opportuno accordo.

Ecco alcuni esempi:



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica



## 1. Brevetti per Tecnologie di Monitoraggio e Rilevamento Incendi

- **Sensori e Telecamere CO2:** Brevetti per i sensori avanzati e le telecamere TIR utilizzate nel monitoraggio degli incendi boschivi.
- **Sistemi di Rilevamento Incendi basati su AI:** Innovazioni nel software di machine learning per la previsione del rischio e l'analisi della propagazione del fuoco.

## 2. Diritti d'Autore per Software e Algoritmi

- **Modelli di Propagazione del Fuoco:** Diritti d'autore per algoritmi e modelli matematici sviluppati per simulare la diffusione degli incendi.
- **Mappe di Rischio e Kernel di Densità:** Software sviluppato per la creazione di mappe di rischio incendi e per i kernel di densità utilizzati nei modelli spaziali.

## 3. Marchi per Protocolli e Metodologie

- **Metodologie di Monitoraggio Post-Incendio:** Marchi associati a protocolli specifici per il monitoraggio ecologico e ambientale post-incendio.
- **Sistemi di Allerta Precoce:** Possibili marchi per i sistemi integrati di allerta precoce per gli incendi boschivi.

## 4. Know-How e Segreti Commerciali

- **Expertise nella Sensoristica e nel Monitoraggio Ambientale:** Competenze specialistiche acquisite nel corso del progetto, che potrebbero essere protette come segreti commerciali.
- **Tecniche di Data Analysis e Machine Learning:** Metodologie avanzate e tecniche di analisi dati che possono essere considerate come know-how.

## Implicazioni per l'Investimento delle Imprese Private

- **Proposta di Valore:** Questi asset di proprietà intellettuale offrono una base tecnologica avanzata per lo sviluppo di prodotti e servizi nel settore del monitoraggio ambientale e della gestione degli incendi boschivi.
- **Potenziale di Mercato:** Esiste un crescente interesse e necessità per soluzioni innovative in questo campo, soprattutto considerando l'aumento degli eventi di incendi boschivi a livello globale.
- **Collaborazione e Sviluppo:** Le aziende possono collaborare per ulteriori sviluppi, miglioramenti tecnologici e applicazioni commerciali, beneficiando dell'expertise e delle innovazioni generate dai progetti.

Questi asset di proprietà intellettuale non solo evidenziano l'innovazione tecnologica dei progetti, ma offrono anche opportunità tangibili per l'investimento e la collaborazione con le imprese private nel settore dell'innovazione ambientale e della gestione del rischio.

## D. Risultati attesi dai progetti proposti

I proponenti sono liberi di indicare il proprio percorso di collaborazione e progettuale nell'ambito del progetto complessivo. Ciò nonostante, fatto salvo il requisito di descrivere le modalità con le quali si intende organizzare lo svolgimento delle proprie attività, si ritiene che, al fine di contribuire agli obiettivi generali, le proposte progettuali debbano includere nel proprio piano di lavoro alcune tematiche di ricerca che siano in armonia con le modalità organizzative e che forniscano risultati utili al programma dello Spoke.

Per aiutare nella stesura delle proposte, vengono pertanto indicate due “Tematiche di Ricerca” (TR) che i partecipanti dovrebbero considerare per le proprie proposte ed alle quali potranno essere affiancate altre tematiche integrative o gestionali. I deliverable (Risultati) dovranno essere altrettanto in linea con gli obiettivi. In **Appendice** vengono forniti dettagli utili alla preparazione di proposte attinenti.

Di seguito si delineano tali tematiche di ricerca, e le aspettative in termini di risultati, il cui focus è sulla creazione di sistemi e piattaforme informatiche interconnesse ad un alto livello di maturità.

### TR 4.1: Piattaforme operative per la previsione di incendi boschivi

- **Modulo 1:** Piattaforma informatica per la previsione e la propagazione di incendi boschivi.
- **Modulo 2:** Piattaforma per l'ingestione di prodotti satellitari e la restituzione di informazioni in tempo reale, incluso il monitoraggio di anomalie termiche rilevate da satelliti e la possibilità di segnalare allarmi attraverso vari mezzi di comunicazione.



#### TR 4.2: Monitoraggio e campagne misure aree rischio incendio

- **Modulo 3:** Sito sperimentale per il monitoraggio e la valutazione degli incendi, comprensivo di videosorveglianza, installazioni meteorologiche, e studi sulla rinnovazione naturale e la struttura selvicolturale delle aree colpite dagli incendi, con eventuali interventi selvicolturali (decespugliamento, sfolli, diradamenti, tagli fitosanitari, ecc.)
- **Modulo 4:** Piattaforma informatica per l'acquisizione e il processamento di immagini multispettrali satellitari, immagini acquisite da drone e dati derivati da sensori LiDAR.
- **Modulo 5:** Sito sperimentale per il monitoraggio distribuito del rischio incendio ed analisi della propagazione mediante installazione, manutenzione e gestione di un sistema di rilevamento tramite sensori low-cost nell'area del Parco della Sila.
- **Modulo 6:** Analisi sedimentologica e mineralogica dei suoli in aree colpite da incendi tramite rilievi con droni equipaggiati con sensori Lidar.

#### Obiettivi Generali

- **Interoperabilità e Capacità Multi-scalare:** Gli sviluppi devono permettere l'integrazione dei contenuti delle diverse piattaforme informatiche, favorire l'interconnessione delle banche dati, e supportare efficacemente la caratterizzazione degli incendi boschivi.
- **Supporto Digitale Efficiente:** I sistemi dovrebbero facilitare le azioni di adattamento, prevenzione, mitigazione e riduzione del rischio di incendio boschivo, aumentando l'efficacia delle strategie pianificate.

In conclusione, i risultati attesi sono orientati verso lo sviluppo di piattaforme tecnologiche avanzate e siti sperimentali per un monitoraggio e una gestione più efficaci degli incendi boschivi, con un forte enfasi sull'innovazione, l'integrazione dei dati e l'applicazione pratica in ambienti operativi reali

#### E. Vincoli specifici di progetto

Per l'esecuzione del progetto si richiedono una serie di requisiti specifici obbligatori ed opzionali che verranno presi in considerazione durante le fasi di valutazione.

#### Competenze di Project Management

- Continua ed efficace interazione con i Responsabili dei Progetti Pilota esistenti, delle Azioni che li compongono e con il Coordinatore scientifico delle Piattaforme;
- Produzione di report sullo stato di avanzamento della ricerca e della realizzazione dei dimostrativi, in aggiunta alla rendicontazione richiesta.

#### Competenze Richieste ai Proponenti

- Esperienza documentata nella creazione di piattaforme informatiche sia hardware sia software.
- Capacità di sviluppare soluzioni con un Technology Readiness Level (TRL) almeno pari a 7.
- Competenza nell'integrazione di diverse tipologie di dati (terrestri, remoti, satellitari) e nella modellistica forestale.
- **(opzionale) Accademia/Ricerca:** Organizzazioni di educazione o ricerca che possano contribuire con ulteriori risultati alla realizzazione degli obiettivi dei progetti proposti.
- **(opzionale) Utenti Finali:** Enti regionali o locali, liberi professionisti, e altre imprese coinvolti nella pianificazione, progettazione, e monitoraggio per la prevenzione, mitigazione e riduzione del rischio da frane.

#### Vincoli/Rischi del Progetto

- Necessità di infrastrutture HW/SW adeguate a gestire grandi quantità di dati spaziali e temporali.
- Sfida nel fornire monitoraggio in tempo reale di alcuni parametri critici.
- Implementazione di sistemi e piattaforme efficienti per la gestione, elaborazione e rappresentazione dei dati raccolti.





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PILANO NAZIONALE  
DI SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE

### **Contributo Disponibile**

Il contributo massimo per la realizzazione del progetto di sviluppo sperimentale (SS) è di € **523.987,00**.

Verrà finanziato al massimo un progetto.



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica





## APPENDICE

### Allegato Tecnico Progetto 4

#### Dettagli sulle tematiche di ricerca

In premessa, si deve precisare che il focus è l'innovazione tecnologica e la ricerca nei settori della mitigazione dei rischi geo-idrologici e boschivi.

Questo bando fa riferimento ad uno specifico Goal finalizzato alla creazione di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione, la previsione, la propagazione, la mitigazione e la prevenzione del rischio di incendi boschivi. Lo sviluppo di tali sistemi si basa sull'implementazione avanzata di differenti tipologie di dati da diverse "sorgenti" (rilievi a terra, da remoto, da satellite, etc.) e di modellistica forestale per la previsione e propagazione del fuoco. La rilevante mole di dati (spaziali e temporali) richiede infrastrutture HW/SW adeguate, nonché sistemi di monitoraggio in tempo reale di alcuni parametri.

I proponenti dovranno quindi focalizzarsi sulla produzione di sistemi e piattaforme che supportino la gestione, la raccolta, l'elaborazione, e la rappresentazione dei dati e delle conoscenze raccolte, fornendo così un supporto efficace e digitale per la prevenzione e la previsione del rischio di incendio, nonché per il recupero di popolamenti forestali percorsi da incendi, finalizzato ad aumentare l'efficacia delle azioni di adattamento, mitigazione e riduzione del rischio stesso che possono essere pianificate e/o progettate dagli end-users dell'intero sistema, che possono essere Enti Regionali o Locali, liberi professionisti, altre imprese.

I sistemi proposti devono avere almeno un TRL 7 (*"System prototype demonstrated in an operational environment; methodology demonstrated in member utility on initial operational basis"*) e potranno utilizzare, anche componenti "esterne", purché venga indicato chiaramente come questi dovranno essere utilizzati e le alternative disponibili in ambito di dati o software libero.

#### Tematiche

##### ● TR 4.1 – Piattaforme operative per la previsione di incendi boschivi

**Modulo1:** Progettazione e realizzazione di una piattaforma informatica per la gestione, previsione e simulazione georeferenziata di incendi boschivi con capacità di: a) acquisire e accedere a dati idrometeorologici e igrometrici in tempo reale, dati manuali GPS relativi a incendi boschivi, morfologici e di classificazione della vegetazione forestale; b) simulare con modellistica Python le probabilità di propagazione dell'incendio mediante dati acquisiti in tempo reale e stocastici meteorologici ed igrometrici; c) rappresentare mediante interfacce grafiche dati storici georeferenziati e dati simulati a vari incrementi temporali e delle principali vie di accesso per i mezzi di soccorso attraverso cartografie in 2D e 3D con zoom dinamico; d) realizzare e gestire reportistica relativa a incendi sia con i dati storici sia con quelli ottenuti in tempo reale che con quelli stocastici con relativa valutazione del danno e della superficie boschiva distrutta; e) fornire diversi livelli di accesso.

**Modulo2:** Progettazione ed implementazione di una piattaforma software per l'ingestione dei prodotti satellitari e la restituzione in tempo reale di informazioni sugli incendi (es. allarmi), anche attraverso sistemi multipli di comunicazione. In particolare:

- la piattaforma dimostrativa dovrà essere in grado di riutilizzare le segnalazioni satellitari provenienti da 3 algoritmi indipendenti di Fire detection, implementati nell'ambito dell'Azione 5 del Progetto Complessivo e basati su dati satellitari in orbita geostazionaria: Meteosat Second Generation-SEVIRI, con refreshing time di 15 minuti (in configurazione standard) e di 5 minuti (in configurazione Rapid Scan) e risoluzione spaziale di circa 3km e/o Meteosat Third Generation-FCI, con refreshing time di 10 minuti (in configurazione standard) e di 2,5 minuti (in configurazione Rapid Scan) e risoluzione spaziale di 1-2 km.
- La piattaforma dovrà essere in grado di aggiornarsi in tempo reale, ogni volta che una nuova anomalia termica sia segnalata da uno o più sistemi e/o algoritmi satellitari e, conseguentemente, visualizzare il pixel anomalo





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
GOVERNO ITALIANO  
MINISTERO DELL'INTERNO

- (georiferito) sovrapposto all'area di interesse con la possibilità di consultare gli attributi dell'anomalia (ora di segnalazione, coordinate, indice/i di intensità relativa, temperatura di brillantezza, etc.).
- La piattaforma deve consentire di interrogare un dataset di immagini satellitari all'infrarosso (reso accessibile on line) e generare, per ciascuna anomalia termica l'andamento temporale del segnale satellitare osservato nelle ultime 24-48 ore e avviare una funzione di monitoraggio in grado di seguirne la sua evoluzione temporale.
- Il sistema deve essere in grado di restituire le segnalazioni (allarmi) - e ricevere conferme o smentite - anche attraverso sistemi multipli di comunicazione (es. APP su smartphone, SMS, e-mail, ecc.).

#### ● TR 4.2 – Monitoraggio e campagne misure aree rischio incendio

**Modulo3:** Studio e realizzazione di siti sperimentali protetti per il monitoraggio delle aree a rischio incendio. Ai fini del dimostrativo si ritiene adeguata una configurazione/architettura che preveda all'interno del sito: (i) un sistema di presidio e monitoraggio dell'area sperimentale mediante circuito di videosorveglianza.; (ii) la messa a dimora di piantine di latifoglie dell'età di 1-2 anni; (iii) una stazione meteorologica per monitoraggio variabili climatiche; (iv) un casotto/modulo autonomo da adibire a ufficio di campo e ricovero/custodia apparecchiature; (v) un modello da implementare durante l'implementazione del dimostrativo che preveda la pianificazione ed esecuzione di interventi selvicolturali vari (decespugliamento, sfolli, diradamenti, tagli fitosanitari, ecc.). Il proponente descriverà la soluzione più adeguata.

**Modulo 4:** Piattaforma informatica per la gestione e il processamento di vari tipi di immagini per il monitoraggio delle dinamiche post-fire nelle aree percorse dal fuoco. Ai fini del dimostrativo si ritiene adeguata una configurazione/architettura che preveda: (i) l'individuazione del perimetro delle aree percorse dal fuoco; (ii) la stima del grado di severità dell'incendio; (iii) la stima della struttura topografica, geomorfologica e forestale delle aree percorse dal fuoco; (iv) la stima e monitoraggio continuo della rinnovazione naturale insediata nelle aree percorse dal fuoco a differenti scale di dettaglio.

**Modulo5:** Sistema di acquisizione dati e monitoraggio per il rilevamento distribuito del rischio incendio. Il dimostrativo dovrà essere realizzato con riferimento all'area del Parco della Sila e dovrà considerare l'acquisizione di dati da sensori dei quali provvedere all'installazione, nonché presentare un modello di manutenzione e la gestione di un sistema di low-cost da dimostrare sul campo.

**Modulo 6:** Studio della caratterizzazione topografica ed analisi geomorfologica dei versanti esposti a fenomeni di instabilità post-incendio tramite rilievi topografici multi-temporali mediante droni equipaggiati con sensori Lidar ad almeno tre ritorni e tramite il campionamento del suolo ed analisi sedimentologica e mineralogica di laboratorio. Il progetto dovrà dimostrare in campo le attività descritte.

#### Apporto degli Organismi di ricerca coinvolti nel progetto collaborativo

Gli organismi di ricerca coinvolti sono CNR, UNIRC, UNIBAS e UNICAL e metteranno a disposizione:

- Tematica di ricerca 4.1: database di diversa tipologia, quali dati vegetazionali e forestali, climatici, di monitoraggio, ecc; prodotti satellitari; modelli di previsione e propagazione degli incendi boschivi
- Tematica di ricerca 4.2: modelli di ripristino di ecosistemi forestali percorsi da incendi; sensori parametri ambientali; modelli per la caratterizzazione della severità degli incendi boschivi; supporto alla comprensione e all'utilizzo degli schemi dei database e dei modelli.



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

