



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

# Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

## **Progetto Esecutivo**

**ALLEGATO \_V6\_C.U.V6.4**

**Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution)**



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

## Storia del documento

Versione	Data	Autore	Autorizzato da	Descrizione delle modifiche
1.0	24/11/2023	PSN – RTI DXC	MASE	Rilascio prima versione

## Sommario

1.1	CU.V6.4 - Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution).....	4
1.1.1	Obiettivo del servizio applicativo .....	4
1.1.1.1	Introduzione.....	4
1.1.1.2	Scopo Generale .....	4
1.1.1.3	Esigenze e Requisiti Chiave .....	5
1.1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	7
1.1.1.5	Benefici Attesi.....	8
1.1.1.6	Vincoli e Limitazioni .....	9
1.1.1.7	Stakeholders Coinvolti .....	12
1.1.1.8	Roadmap.....	13
1.1.1.9	Conclusione e Riepilogo .....	13
1.1.2	Requisiti funzionali .....	13
1.1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali .....	14
1.1.2.1	Costruzione delle palestre.....	16
1.1.3	Architettura del Sistema.....	18
1.1.4	Platea utenti fruitori del servizio.....	18
1.1.5	Dati di input .....	19
1.1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli.....	20
1.1.7	Dati di output.....	22
1.1.7.1	Lista delle specie vegetali e fisici delle palestre .....	22
1.1.7.2	Mezzi di trasporto, avatar e dotazioni virtualizzate .....	25
1.1.8	Addendum per VVFF .....	27

## 1.1 CU.V6.4 – Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution)

### 1.1.1 Obiettivo del servizio applicativo

#### 1.1.1.1 Introduzione

Particolare rilevanza nel SIM viene attribuita alla formazione e all'addestramento degli operatori degli Enti Competenti, i quali ai sensi della normativa vigente si occupano di formazione/addestramento degli operatori impiegati in attività di repertazione tecnica sui soprassuoli boschivi percorsi dal fuoco e di lotta attiva agli incendi boschivi e di interfaccia. Per tale motivo il SIM ospita un sistema di addestramento immersivo (FFAS) comprendente diverse palestre addestrative, rappresentative di diversi contesti territoriali a livello nazionale.

Il modulo di addestramento sarà accessibile da remoto e in cloud dai centri di formazione di tutti i soggetti che per legge si occupano di formazione per la lotta attiva agli incendi boschivi e di interfaccia (Regioni e Province Autonome e C.N.VV.F.).

L'ambiente immersivo è un approccio alla percezione cognitiva che sfruttando la tecnologia, crea contenuti e ambienti artificiali che replicano nel modo il più possibile accurato scenari reali. Gli operatori non sono più semplicemente spettatori passivi, ma diventano partecipanti attivi che interagiscono direttamente con l'ambiente circostante simulando comportamenti, decisioni ed errori prima ancora di applicarli nei contesti reali.

#### 1.1.1.2 Scopo Generale

Il sistema si pone come obiettivo principale, la realizzazione di un ambiente virtuale 3D di addestramento immersivo, comprendente diverse palestre addestrative in modalità digital twin. L'ambiente riproduce, a partire da dati reali disponibili all'interno del SIM, condizioni ambientali rappresentative dei diversi ecosistemi forestali nazionali (n. 8) e delle aree soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico (n. 2).

Il sistema, quindi, indirizza l'esigenza specifica di supportare gli Enti competenti nel processo di formazione ed aggiornamento del personale coinvolto nelle operazioni di tutela dell'ambiente e del territorio con particolare riferimento a:

- Incendi boschivi e di interfaccia, dove sono richieste idonee competenze per l'identificazione e gestione di un incendio boschivo nonché di analisi e monitoraggio dello stato fitosanitario degli alberi e della foresta;
- Dissesto idrogeologico, dove sono richieste idonee competenze di monitoraggio e controllo del territorio nonché lo svolgimento dell'attività straordinaria di polizia idraulica.

Più nel dettaglio, il sistema si pone i seguenti obiettivi formativi, che corrispondono a moduli "Formativi", attivabili anche in maniera simultanea e indipendente nelle diverse sedi:

- Propagazione Incendi boschivi e di interfaccia
- Investigazione post Incendio boschivo

- Didattica riconoscimento specie forestali su palestre riprodotte a partire da dati forniti dal CUFAA ed eventualmente basati sui rilievi effettuati tramite Laser Scan o tecniche analoghe. In modo da assicurare coerenza tra l'ecosistema e la simulazione in un'ottica "Digital Twin"
- Valutazione stato Fitosanitario delle specie forestali
- Situazioni di Dissesto Idrogeologico

Il sistema di simulazione immersiva ecosistemica prevede la costruzione di unità di addestramento con apparecchiatura di alta tecnologia 3D immersiva per la formazione ed aggiornamento del personale coinvolto nelle operazioni di tutela dell'ambiente e del territorio. I moduli formativi saranno erogati in cloud, potenzialmente a disposizione di tutti gli enti autorizzati che ne faranno esplicita richiesta e reso accessibile almeno ai 5 centri di addestramento del CUFAA:

- Scuola di Cittaducale;
- Centro di Addestramento di Castel Volturno;
- Centro di Eccellenza Internazionale per l'ambiente e la cura del territorio di Sabaudia;
- Scuola Ufficiali dell'Arma dei carabinieri in Roma;
- CUFAA – Roma.

I moduli formativi potranno essere attivati in ogni unità FFAS, anche simultaneamente e indipendentemente dalle altre unità.

### 1.1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

Il sistema FFAS ha lo scopo di indirizzare nello specifico esigenze che emergono nel contesto degli incendi boschivi e della instabilità idrogeologica (così come riportato nel seguito), ma in prospettiva potrà essere esteso ad altre potenziali tipologie di intervento.

#### **Le esigenze nel contesto degli incendi boschivi e di interfaccia**

Gli ultimi anni sono stati caratterizzati da una elevata insorgenza di incendi boschivi che hanno provocato vittime e arrecato danni gravi al patrimonio boschivo nazionale e alle attività produttive dei territori colpiti, con un notevole incremento delle superfici percorse dal fuoco. I prolungati periodi di siccità e le temperature estreme, collegate all'insorgenza dei cambiamenti climatici, hanno contribuito in maniera rilevante a predisporre gli ecosistemi forestali alla recrudescenza del fenomeno degli incendi boschivi.

Le serie statistiche elaborate dai Carabinieri Forestali, hanno evidenziato un aumento delle superfici medie percorse dal fuoco e la comparsa, anche alle nostre latitudini, dei cosiddetti "Megafire", incendi boschivi caratterizzati da una grande virulenza, con una estensione superiore ai mille ettari. A riprova di quanto sta accadendo, basti ricordare l'evento del 22 luglio 2021 in provincia di Oristano, con oltre 20.000 ettari di foresta mediterranea andati a fuoco, caratterizzato da continui cambi di direzione delle fiamme e che ha devastato vaste aree di macchia mediterranea e secolari impianti di ulivo, che caratterizzavano e qualificavano il tessuto agricolo e zootecnico oristanese, destando sgomento tra la popolazione e grave allarme sociale.

In questo quadro emergenziale, il Governo ha emanato il Decreto Legge 8 settembre 2021 n. 120, che affida al Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri il compito di stilare, con cadenza triennale, il Piano Nazionale per il rafforzamento delle risorse umane, tecnologiche, aeree e terrestri necessarie per una più adeguata prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi, documento che andrà ad integrare la consueta pianificazione regionale.

La formazione degli operatori coinvolti nella prevenzione e lotta agli incendi diventa quindi elemento imprescindibile anche nel contesto normativo nazionale e necessita di adeguati strumenti tecnologici per essere attuata in modo efficace.

Nel corso degli anni le attività umane con la loro presenza hanno spesso influenzato le grandi aree boscate circostanti in modo particolare in Europa. Questa influenza ha contribuito in molti casi ad una frammentazione del paesaggio e le aree forestali si sono ritrovate circondate o interconnesse con l'espansione urbana. Lo sviluppo urbano ed economico all'interno o nei pressi delle aree boscate costituisce una grave minaccia sia per l'ambiente che per le popolazioni.

Il problema degli incendi di interfaccia è quindi non solo è attuale, ma in continua crescita ed evoluzione al punto che è uno degli elementi caratterizzanti le 3 generazioni di incendi che sono state individuate dal 2000 ad oggi. Lo stesso legislatore, con la recente legge 137 del 9 ottobre 2023, nel modificare l'articolo 423 bis del codice penale ha espressamente accomunato l'incendio in zone di interfaccia urbano rurale a quello boschivo ("chiunque, al di fuori dei casi di uso legittimo delle tecniche di controfuoco e di fuoco prescritto, cagiona un incendio su boschi, selve, foreste o zone di interfaccia urbano-rurale ovvero su vivai forestali destinati al rimboschimento, propri o altrui, è punito con la reclusione da sei a dieci anni").

### **Le esigenze nel contesto dell'instabilità idrogeologica**

Negli ultimi anni il territorio italiano (che per la sua conformazione geologica e geomorfologica, è estremamente vulnerabile ai rischi naturali) è stato fortemente colpito da diverse calamità di natura idrogeologica, l'estrema variabilità della geologia, dell'orografia, del grado di urbanizzazione del territorio nazionale ha sempre rappresentato un ostacolo ai diversi tentativi di sviluppare procedure atte a mitigare o attenuare il rischio idrogeologico a livello nazionale. Situazione che si è particolarmente acuita negli ultimi anni a causa dei cambiamenti climatici che hanno determinato il verificarsi di eventi meteorici estremi, non prevedibili.

I cambiamenti climatici in atto hanno inoltre comportato un diverso approccio al tema della gestione delle risorse idriche, che si fonda sulla percezione del bene acqua come risorsa naturale limitata, e, dunque, bisognosa di tutela giuridica. In tale contesto, le attività di polizia idraulica e di polizia delle acque rappresentano un segmento importante della tenuta del sistema perché attraverso la prevenzione, il monitoraggio, il controllo ed il contrasto agli illeciti si rendono effettive le misure di gestione e salvaguardia delle risorse idriche.

A quanto sopra riportato, si aggiunge anche un complesso e peculiare quadro normativo<sup>1</sup>, in ragione del quale gli Enti competenti sono chiamati ad effettuare un capillare controllo del territorio relativamente al dissesto idrogeologico ed attività straordinarie di polizia idraulica sui corsi d'acqua demaniali e sulle relative pertinenze a mezzo di sistematici sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare pericolo, sia a carattere incombente che potenziale, per le persone e le cose. Pertanto, tale attività di sorveglianza deve essere effettuata per individuare e dare evidenza, in linea di massima, di queste possibili situazioni di rischio:

- condizioni d'impedimento al regolare deflusso delle acque, con particolare riferimento ad anomali accumuli di inerti, di materiale legnoso morto e di rifiuti, eccessiva presenza di vegetazione spontanea in alveo;
- restringimenti delle sezioni di deflusso prodotti dagli attraversamenti o da altre opere esistenti;
- apertura di cave ed il prelievo di materiale litoide;
- situazioni di dissesto, in atto o potenziale, delle sponde e degli argini;
- efficienza e funzionalità delle opere idrauliche esistenti ed il loro stato di conservazione;
- opere e insediamenti presenti in alveo e nelle relative pertinenze;
- invasi artificiali;
- rilevati arginali;
- qualsiasi altro elemento che possa dar luogo a situazione di allarme.

Nel contesto fin qui delineato, la formazione degli operatori che, a vario titolo, concorrono al monitoraggio e al controllo del territorio è un elemento imprescindibile. Lo strumento addestrativo, messo a disposizione dalla piattaforma SIM, indirizza la necessità di realizzare una migliore e più efficace caratterizzazione delle operazioni di prevenzione, controllo e accertamento degli illeciti di natura amministrativa e penale (con riferimento ad un'ampia casistica di eventi) attraverso avanzate tecnologie che consentono la simulazione di scenari virtuali in grado di rappresentare la vulnerabilità delle aree minacciate dal rischio idrogeologico e di evidenziare i punti critici in cui possono innescarsi e propagarsi eventi o catastrofi naturali e antropiche.

#### 1.1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Tabella che elenca tematiche e obiettivi correlati.

Tematica	Obiettivi correlati
----------	---------------------

<sup>1</sup>

- Legge 20 marzo 1865, n. 2248, all. F "Legge sulle opere pubbliche"
- R.D. 8 maggio 1904, n. 368 "Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi"
- R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"
- Decreto legge 180/1998 (Decreto "Sarno")
- Decreto legislativo 112/1998 (Decreto Bassanini)
- Codice ambientale (D.lgs. 152/2006)
- Decreto Legislativo 17 agosto 2016 n. 177 "Disposizioni in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia e assorbimento del Corpo forestale dello Stato, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, lettera a), della legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche."
- All'art. 7 co.2 lett. n) stabilisce: "concorso nel monitoraggio e nel controllo del territorio ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico, e collaborazione nello svolgimento dell'attività straordinaria di polizia idraulica".

Incendi boschivi e di interfaccia	Piano contro gli incendi – Strumenti e servizi per supportare i processi di definizione dei piani contro gli incendi boschivi e di interfaccia
-----------------------------------	--

#### 1.1.1.5 Benefici Attesi

Il sistema supporterà la formazione di specialisti di settore, attraverso una simulazione di eventi su ambiti specifici. Il beneficio 'primario' quindi si identifica nell'opportunità di inserire in contesti critici quali quelli fin qui delineati, personale qualificato dotato delle capacità necessarie per operare all'interno di processi quali:

- monitoraggio e controllo del territorio ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico;
- svolgimento dell'attività straordinaria di polizia idraulica;
- individuazione delle aree, degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità nonché all'acquisizione di specifiche competenze per raccogliere informazioni su situazioni di criticità, identificare gli elementi fisici precursori dell'evento e, possibilmente, prevenire o almeno mitigarne gli effetti dannosi per l'ambiente, la collettività, il territorio, il patrimonio culturale e le attività economiche.

Il sistema di simulazione, attraverso lo sviluppo di scenari simulati virtualizzati e l'applicazione di modelli previsionali sull'andamento del fenomeno in relazione ai diversi ecosistemi naturali interessati, consentirà inoltre di predisporre protocolli operativi condivisi per la gestione ottimale delle attività di intervento e prevenzione dei disastri nonché per affinare le tecniche investigative per l'individuazione delle cause e quindi degli autori delle condotte illecite.

In una vista più ampia, i benefici che ne derivano sono diversi e interessano tutto il territorio nazionale. Ne sono un esempio significativo:

- miglioramento delle condizioni di sicurezza attraverso la formazione di personale altamente specializzato nel riconoscimento dei fenomeni e nelle modalità di intervento operativo in presenza di scenari di dissesto idrogeologico e di situazioni antropiche che interferiscono con la regolare funzionalità dei corsi d'acqua;
- accrescimento della capacità di contrasto ai reati in danno all'ambiente, ottimizzando la formazione del personale preposto, nonché lo studio della morfologia del terreno nelle aree a rischio;
- opportunità di creare un polo tecnologico di livello internazionale per la formazione e l'addestramento di unità specializzate impegnati a vario titolo nella prevenzione del fenomeno del dissesto idrogeologico e della tutela delle risorse idriche.

Inoltre, le conseguenti attività di monitoraggio e di studio delle cause, da parte del personale formato, potrebbe favorire una interlocuzione privilegiata con gli Enti preposti alla gestione del territorio in modo da ridurre il rischio idrogeologico. Il tutto, quindi, potrebbe rientrare in un obiettivo di più alto respiro quale il Programma Operativo Nazionale per la prevenzione di eventi ascrivibili al dissesto idrogeologico ed all'attività di controllo in materia di polizia idraulica.

### 1.1.1.6 Vincoli e Limitazioni

Nel seguito si riporta la caratterizzazione del contesto di riferimento all'interno del quale si colloca il FFAS, vincolanti rispetto alle funzionalità realizzate per quanto riguarda: ambienti immersivi, modelli di simulazione, processi di intervento e verifica degli operatori:

- Legge 20 marzo 1865, n. 2248, all. F "Legge sulle opere pubbliche". Nella sua formulazione originaria include anche la disciplina delle acque soggette a pubblica amministrazione. Ai sensi dell'art. 1, Sono nelle attribuzioni del Ministero dei lavori pubblici:
  - f) Il regime e la polizia delle acque pubbliche, e così dei fiumi, torrenti, laghi, rivi e canali di scolo artificiale; i progetti e le opere relative alla navigazione fluviale e lacuale, al trasporto dei legnami a galla, alla difesa delle sponde e territori laterali dalle corrosioni, inondazioni, alle derivazioni di acque pubbliche, al bonificamento delle paludi e degli stagni nei rapporti tecnici; finalmente la polizia tecnica della navigazione dei fiumi e laghi.
- R.D. 25 luglio 1904 n. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie". È il principale riferimento normativo di polizia idraulica. Vi è stata rifiuta la disciplina sulle acque soggette a pubblica amministrazione contenuta agli artt. 91--131 e 165--181 dell'all. F della Legge 2248/1865. Contiene la classificazione delle opere idrauliche e la disciplina inerente alla polizia delle acque pubbliche. Il relativo Decreto attuativo è il R.D. 2669/1937 -- "Regolamento sulla tutela delle opere idrauliche di prima e seconda categoria e delle opere di bonifica".
- R.D. 8 maggio 1904, n. 368 -- "Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi." È il Regolamento per la esecuzione del T.U. 195/1900, poi sostituito dal R.D. 215/1933. Regola l'attività dei Consorzi di Bonifica e contiene le disposizioni di polizia idraulica per la conservazione delle opere di bonifica e delle loro pertinenze, nonché le contravvenzioni alle violazioni.
- R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 -- "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici". È il principale riferimento normativo di polizia delle acque. Contiene le norme sulle derivazioni e sulle utilizzazioni delle acque pubbliche, nonché disposizioni speciali sulle acque sotterranee. È stato modificato in più punti dal d.lgs 275/1993 -- "Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche", che introduce anche l'obbligo di denuncia dei pozzi per l'emungimento.
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", ora confluita nel Codice ambientale, d.lgs. 152/2006, con la quale si è inteso disciplinare una pianificazione di lungo periodo delle complesse attività di prevenzione del rischio idrogeologico e di manutenzione del territorio. La legge quadro n. 183/1989 ha individuato il "bacino idrografico" quale unità territoriale di riferimento per la pianificazione di settore che supera la frammentazione connessa all'utilizzo di confini esclusivamente amministrativi e "l'Autorità di Bacino" quale ente competente sul bacino idrografico alla redazione del Piano di bacino. Le autorità pubbliche di bacino sono dotate di una competenza gerarchicamente sovraordinata a tutte le altre (almeno per quanto riguarda gli interventi di difesa del suolo) e geograficamente estesa fino a coprire l'intero bacino idrografico. L'intero territorio nazionale è stato, quindi, suddiviso in bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale prevedendo che, in tali ambiti, le attività di pianificazione, programmazione, individuazione e definizione degli interventi, per tutti i temi inerenti la difesa del suolo, siano effettuate dalle

"Autorità di bacino". La legge è stata giudicata addirittura anticipatrice della normativa comunitaria, e segnatamente della cd. direttiva acque 2000/60/CE ma, forse proprio a causa dei suoi ambiziosi contenuti, ha incontrato notevoli difficoltà attuative.

- Decreto legislativo 180/1998 (Decreto "Sarno") che ha introdotto una serie di strumenti intermedi (prima di giungere al piano di bacino vero e proprio, quali i piani stralcio, accanto a misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico, attraverso la zonazione del territorio. Anche la Corte costituzionale, pronunciatesi sulla legittimità costituzionale della legge 183 (cioè se la legge 183 fosse conforme alla Costituzione), ha confermato che la difesa del suolo è "una finalità il cui raggiungimento coinvolge funzioni e materie assegnate tanto alla competenza statale quanto a quella regionale (o provinciale)" e che tale funzione può essere perseguita "soltanto attraverso la via della cooperazione fra l'uno e gli altri soggetti".
- Decreto legislativo 112/1998 (Decreto Bassanini) ha conferito allo Stato la funzione di identificazione delle linee fondamentali dell'"assetto del territorio nazionale con riferimento ai valori naturali e ambientali, alla difesa del suolo e alla articolazione territoriale delle reti infrastrutturali e delle opere di competenza statale, nonché al sistema delle città e delle aree metropolitane, anche ai fini dello sviluppo del Mezzogiorno e delle aree depresse del paese". L'importanza del d.lgs. 112/1998 sta nell'aver differenziato le competenze tra:
  - Stato (programmazione, finanziamento e controllo degli interventi di difesa del suolo);
  - Regione (progettazione, realizzazione e gestione delle opere idrauliche di qualsiasi natura, compiti di polizia idraulica e di pronto intervento) in ambito di risorse idriche e difesa del suolo.

#### Compiti conferiti allo Stato:

- programmazione, finanziamento e controllo degli interventi di difesa del Suolo
- deliberazione e revoca, d'intesa con le regioni interessate, dello stato di emergenza
- emanazione, d'intesa con le regioni interessate, di ordinanze per l'attuazione di interventi di emergenza
- la promozione di studi sulla previsione e la prevenzione dei rischi naturali ed antropici

#### Compiti conferiti alle Regioni:

- predisposizione dei programmi di previsione e prevenzione dei rischi, sulla base degli indirizzi nazionali
- progettazione, realizzazione e gestione delle opere idrauliche di qualsiasi natura, compiti di polizia idraulica e di pronto intervento
- attuazione di interventi urgenti in case di crisi determinata dal verificarsi o dall'imminenza di alcune tipologie di eventi, avvalendosi anche del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
- attuazione degli interventi necessari per favorire il ritorno alle normali condizioni di vita nelle aree colpite da eventi calamitosi

#### Compiti conferiti alle Province:

- attuazione, in ambito provinciale, delle attività di previsione e degli interventi di prevenzione dei rischi, stabilite dai programmi e piani regionali
- predisposizione dei piani provinciali di emergenza sulla base degli indirizzi regionali

- vigilanza sulla predisposizione da parte delle strutture provinciali di protezione civile, dei servizi urgenti, anche di natura tecnica, da attivare in case di eventi calamitosi di tipo B

#### Compiti conferiti ai Comuni:

- attuazione, in ambito comunale, delle attività di previsione e degli interventi di prevenzione dei rischi, stabilite dai programmi e piani regionali
- predisposizione dei piani comunali e/o intercomunali di emergenza e alla loro attuazione, sulla base degli indirizzi regionali
- attivazione dei primi soccorsi alla popolazione e degli interventi urgenti necessari a fronteggiare l'emergenza
- utilizzo del volontariato di protezione civile a livello comunale e/o intercomunale, sulla base degli indirizzi nazionali e regionali

- Codice ambientale -- (D.lgs. 152/2006). Un generale riordino della materia relativa alla difesa del suolo si è avuto con l'approvazione del Codice ambientale che, come già chiarito, ha tra l'altro assorbito i contenuti della legge 183/1989, ora abrogata. Sotto il profilo legislativo, a seguito della delega recata dall'art. 1 della legge 15 dicembre 2004, n. 308, il d.lgs. 152/2006 ha operato una revisione della normativa ambientale, tra cui anche la normativa sulla difesa del suolo e quella sulla gestione delle risorse idriche. La legge delega aveva, inoltre, indicato anche specifici principi e i criteri direttivi in merito a tali due importanti tematiche:

- a) quanto alla gestione delle risorse idriche, dare piena attuazione alla gestione del ciclo idrico integrato; promuovere il risparmio idrico favorendo l'introduzione e la diffusione delle migliori tecnologie per l'uso e il riutilizzo della risorsa; pianificare, programmare e attuare interventi diretti a garantire la tutela e il risanamento dei corpi idrici superficiali e sotterranei, previa ricognizione degli stessi;
- b) quanto alla difesa del suolo, rimuovere gli ostacoli alla piena operatività degli organi amministrativi e tecnici preposti alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, superando la sovrapposizione tra i diversi piani settoriali di rilievo ambientale e coordinandoli con i piani urbanistici; valorizzare gli organismi a composizione mista statale e regionale; adeguare la disciplina dell'attività di risanamento idrogeologico del territorio e della messa in sicurezza delle situazioni a rischio: prevedere meccanismi premiali a favore dei proprietari delle zone agricole e dei boschi che investono per prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico, nel rispetto del piano di bacino.

In particolare, le disposizioni sulla difesa del suolo e sulla gestione delle risorse idriche consistono principalmente nella riorganizzazione dell'assetto amministrativo disegnato dalla legge 183/1989 sui bacini idrografici. In attuazione della direttiva 2000/60/CE (direttiva quadro sulle acque), che ha introdotto l'innovativo istituto dei "distretti idrografici", il Codice ambientale ha previsto la soppressione delle vecchie autorità di bacino e l'istituzione di distretti idrografici che coprono l'intero territorio nazionale. Ognuno di tali distretti accorpa pertanto una serie di bacini.

- Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016. Tale decreto, ai sensi dell'art. 63 comma 3 del d.lgs. 152/2006, istituisce le Autorità di bacino

distrettuali e dà avvio alla riforma distrettuale ed è finalizzato a disciplinare le modalità e i criteri per il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie dalle vecchie Autorità di bacino alla nuova Autorità distrettuale. Dal 17 febbraio 2017 risultano soppresse, per espressa disposizione di legge (rif. art. 51 comma 4 della legge n. 221/2015), tutte le Autorità di bacino di cui alla legge 183/1989. A tal riguardo, il decreto ministeriale all'art. 12 contiene importanti disposizioni, volte a garantire la continuità delle funzioni tecniche e amministrative delle soppresse Autorità di bacino, nelle more del completamento della riforma e del perfezionamento del d.p.c.m., previsto all'art. 63 comma 4 del d.lgs. 152/2006, con il quale si darà l'avvio operativo ai nuovi enti. Il nuovo impianto organizzativo che scaturisce dalla legge n. 221/2015 e dal decreto n. 294 razionalizza e semplifica le competenze del settore, con l'esercizio da parte di un solo ente -- l'Autorità di bacino distrettuale -- delle funzioni di predisposizione del Piano di bacino distrettuale e dei relativi stralci, tra cui i Piani di gestione delle acque e del rischio di alluvioni, a livello di distretto idrografico. Si tratta di una riforma importante e attesa da tempo, che a regime rafforzerà indubbiamente la governance complessiva del settore.

- Decreto Legislativo 17 agosto 2016 n. 177 "Disposizioni in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia e assorbimento del Corpo forestale dello Stato, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, lettera a), della legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche". All'art. 7 co.2 lett. n) stabilisce: "concorso nel monitoraggio e nel controllo del territorio ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico, e collaborazione nello svolgimento dell'attività straordinaria di polizia idraulica". In ragione di questa peculiare competenza normativa i Carabinieri Forestale sono chiamati ad effettuare un capillare controllo del territorio ai fini del dissesto idrogeologico ed attività straordinarie di polizia idraulica sui corsi d'acqua demaniali e sulle relative pertinenze a mezzo di sistematici sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare pericolo, sia a carattere incombente che potenziale, per le persone e le cose. Pertanto, tale attività di sorveglianza deve essere effettuata per evidenziare, in linea di massima, queste possibili situazioni di rischio:
  - condizioni d'impedimento al regolare deflusso delle acque, con particolare riferimento ad anomali accumuli di inerti, di materiale legnoso morto e di rifiuti, eccessiva presenza di vegetazione spontanea in alveo;
  - restringimenti delle sezioni di deflusso prodotti dagli attraversamenti o da altre opere esistenti;
  - apertura di cave ed il prelievo di materiale litoide;
  - situazioni di dissesto, in atto o potenziale, delle sponde e degli argini;
  - efficienza e funzionalità delle opere idrauliche esistenti ed il loro stato di conservazione;
  - opere e insediamenti presenti in alveo e nelle relative pertinenze;
  - invasi artificiali;
  - rilevati arginali;
  - qualsiasi altro elemento che possa dar luogo a situazione di allarme.

#### 1.1.1.7 Stakeholders Coinvolti

Tutti gli Enti, su territorio nazionale, che sono titolati ad erogare formazione del personale coinvolto in attività ordinarie e straordinarie nei seguenti ambiti:

- lotta attiva agli incendi boschivi e di interfaccia (C.U.F.A.A., C.N.VV.F., Regioni e Province Autonome);
- dissesto idrogeologico;
- più in generale, individuazione di situazioni di rischio per l'ambiente con particolare riferimento ai punti precedenti.

### 1.1.1.8 Roadmap

Mese di Progetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
WP1 Costruzione database modelli foreste (...)																							
WP2 Motore grafico 3D																							
WP3 Realizzazione della piattaforma software																							
WP4 Allestimento aule																							
WP5 Scenari di addestramento																							
5.1 Propagazione incendi																							
5.2 Rimozione combustibile																							
5.3 Dissesto idrogeologico																							
5.4 Investigazione Traccia post incendio																							
5.5 Didattica riconoscimento specie forestali																							
5.6 Valutazione stato Fitosanitario della foresta																							
5.7 Simulatori rilievo aereo virtuale dei droni sugli scenari realizzati																							
WP6 Ambiente in cloud per il software di simulazione																							

### 1.1.1.9 Conclusione e Riepilogo

L'addestramento immersivo che implementa il sistema FFAS, con l'integrazione di modelli matematici di simulazione avanzati in campo ambientale, come ad es. il "TIGER" per la propagazione degli incendi, fornisce la base scientifica per un sistema di addestramento efficiente con grandi potenzialità applicative nel campo della formazione avanzata e della didattica. L'integrazione con il SIM permette inoltre di riprodurre nella realtà virtuale e quindi nelle palestre di addestramento, ambienti il più possibile aggiornati alla situazione reale del territorio e quindi più efficaci dal punto di vista formativo. Questo approccio, per ora focalizzato alle componenti incendi e idrogeologica, potrà essere estesa anche a tutte le altre esigenze di formazione in contesto ambientale.

### 1.1.2 Requisiti funzionali

La piattaforma SIM consentirà la fruizione di un sistema di simulazione per l'addestramento alla prevenzione e monitoraggio del territorio con particolare riferimento al rischio alluvioni ed alla polizia idraulica. A tal fine:

- Il sistema integrerà tecnologie innovative digitali di elaborazione e visualizzazione finalizzate alla simulazione di eventi, per sviluppare attività di formazione e apprendimento pratico riguardante le possibili dinamiche evolutive e la comprensione dei possibili andamenti "causa effetto".
- Il sistema consentirà di simulare scenari ambientali in cui la presenza di segni premonitori visualizzati in 3D all'interno delle palestre potrà essere gestita da un'interfaccia 2D per la loro distribuzione e dalla visualizzazione 2D delle principali dinamiche di processi di dissesto idrogeologico per la valutazione del rischio associato ad inondazioni, quali instabilità dei versanti ed erosione dei suoli, nonché ad attività antropiche irregolari lungo i corsi d'acqua.

La simulazione applicata al fenomeno del dissesto idrogeologico ed alle modalità di attuazione della polizia idraulica costituisce quindi uno strumento importante, dal punto di vista dell'analisi e del monitoraggio del fenomeno, nonché per l'applicazione operativa di contrasto ad alcune specifiche forme illecite più ricorrenti in materia di tutela del territorio e delle acque.

Il sistema supporterà l'addestratore evidenziando eventuali criticità che non sono state rilevate durante l'addestramento. Questi potrà quindi riprodurre dei contenuti multimediali che vadano a mostrare le possibili conseguenze del mancato riconoscimento di un certo tipo di problema (frane, inondazioni...)

### 1.1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

Requisito	Descrizione	Progettazione
<b>Moduli Formativi</b>		
Propagazione Incendi	Il sistema realizzerà uno scenario in cui sarà possibile simulare la propagazione dell'incendio e le azioni per lo spegnimento.	Il modello matematico di propagazione incendio dovrà essere in grado di stimare la velocità, l'intensità e direzione della propagazione del fuoco a partire da un punto o area di innesco. Il modello includerà i seguenti sottomodelli testabili separatamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modello di propagazione incendio in funzione dei parametri della vegetazione, del terreno, del vento (TIGER),</li> <li>- Modello vento</li> <li>- Modello spotting</li> <li>- Modello controfuoco</li> </ul>
Investigazione post Incendio	Il sistema dovrà essere in grado di rappresentare un'area bruciata e di posizionare evidenze fisiche del passaggio dell'incendio.	Sia l'area che le evidenze fisiche dovranno essere generate attraverso un metodo di "reverse engineering" del modello di propagazione incendio, in base alle leggi chimico fisiche che sottintendono alla combustione delle specie forestali  Le evidenze fisiche saranno caratterizzate da una "direzionalità" ottenuta proceduralmente via appositi shader. Osservandole, sarà possibile dedurre con una certa precisione l'angolo di provenienza dell'incendio, in modo da poter risalire man mano all'origine.
Didattica riconoscimento specie forestali	Addestramento dei preposti alla rilevazione dei dati ancillari da campo dell'I.F.N.I. (inventario forestale nazionale italiano) ed al riconoscimento delle diverse specie forestali nei diversi ecosistemi forestali nazionali	Rappresentazione 3D fino a 30 specie (le più rappresentative dell'area Mediterranea), e per ogni specie 3 stadi di crescita e 4 rappresentazioni dello stato vegetativo.
Valutazione stato Fitosanitario della foresta	Addestramento per il riconoscimento dello stato fitosanitario degli alberi e della foresta.	Il sistema dovrà rappresentare 3 sistemi piante/patogeno (esempio: processionaria del pino/pino, funghi/querchia). Per ognuno dei sistemi preso in esame dovranno essere rappresentati 3 livelli di attacco della malattia/patogeno per ogni singolo albero (questo effetto potrà essere rappresentato anche solo da sfumature di colore

Requisito	Descrizione	Progettazione
		differente delle foglie o da riduzione del numero di foglie o da texture del tronco).
Valutazione degli indicatori di dissesto idrogeologico	Inserimento nelle palestre selezionate per l'addestramento specifico di indicatori di dissesto idrogeologico	Il sistema permetterà al formatore di configurare e distribuire in punti specifici indicatori di dissesto idrogeologico che dovranno essere identificati dal discente in fase di addestramento nella palestra in vista 3D sia su schermo / LEDwall, sia in VR.
<b>Inventario</b>		
inventario delle esercitazioni	Il sistema dovrà prevedere un inventario delle esercitazioni, inventario delle palestre, strumenti di configurazione di una nuova palestra, archivio delle sessioni di esercitazione, etc.);	
<b>Simulazione</b>		
Simulazione dotazioni	Simulazione strumenti di comunicazione fra operatori (radio VHF, telefono mobile, etc.)	Allegati Lista dotazioni
Simulazione centrali operative	Componente di simulazione delle diverse centrali operative (COA, VVFF...) che possono essere ingaggiate nei diversi scenari di addestramento (completa di integrazione con motore 3D);	
<b>Cyber security</b>		
Sicurezza comunicazioni	Il sistema garantirà gli standard di sicurezza nelle comunicazioni con aule remote	
<b>Integrazione sistemi</b>		
Integrazioni altri sistemi	Componente software di integrazione/comunicazione fra motore grafico 3D e modelli matematici di simulazione del fuoco in foresta. Il sistema dovrà prevedere uno "scambio" di un grande volumi di dati tra il motore grafico 3D ed il simulatore modellistico.	

### Motore grafico

Il motore grafico dovrà prevedere il Rendering 3D dei modelli di specie vegetali ed il Rendering 3D degli scenari di addestramento (modalità "open world"). Le palestre dovranno essere utilizzate per

il riconoscimento delle specie vegetali e quindi dovranno avere un livello di dettaglio adeguato all'obiettivo di formazione su questo specifico punto. L'esercitazione, anche in presenza di sessioni contemporanee di simulazioni in più sedi, dovrà essere sempre "fluida", ovvero permettere un'interazione con una media di 30 fotogrammi al secondo e con bassa latenza, in modo da consentire l'attività prevista in maniera continua. In funzione di ciò, il sistema dovrà prevedere sistemi di gestione automatica del livello di dettaglio e/o delle caratteristiche di rendering (shader) per evitare rallentamenti e scatti, avvalendosi a tal fine, per ogni sede, di idonei e performanti collegamenti telematici.

### *Simulazione delle interazioni*

Le interazioni nel contesto dei diversi moduli di addestramento dovranno stabilire il miglior compromesso tra attività svolta nel mondo reale e limiti della simulazione, prediligendo la funzionalità didattica e tenendo conto della eventuale assenza di oggetti solidi con cui interagire. Per contenere i tempi morti, inoltre, alcune azioni dovranno essere saltate o velocizzate (es. spostamenti, entrata e uscita da veicoli e casi simili).

### *Interfaccia per l'addestratore*

Sarà prevista un'interfaccia per l'addestratore in cui sarà possibile preparare le sessioni di addestramento e in alcuni casi intervenire per alterare in tempo reale lo svolgimento dell'addestramento stesso. Nello specifico

- Propagazione incendi
  - L'addestratore potrà definire la situazione di partenza (punto di innesco, tempo trascorso dall'innesco) e, durante l'esercitazione, potrà controllare intensità e direzione del vento
- Investigazione post incendio
  - L'addestratore potrà descrivere il perimetro raggiunto da un incendio. Tale descrizione sarà usata come input a un modello che calcolerà la posizione di un possibile punto di innesco compatibile col perimetro specificato, fornendo impostazioni di scenario compatibili sul territorio simulato. L'output del modello sarà utilizzato per preparare la visualizzazione dello scenario che sarà esplorato dai partecipanti all'esercitazione, caratterizzato da evidenze fisiche del passaggio dell'incendio (aree e vegetazione bruciate a diversi stadi).
- Valutazione degli indicatori di dissesto idrogeologico
  - L'addestratore potrà configurare nella palestra alcuni elementi che definiscono dei segnali premonitori o delle criticità.

#### *1.1.2.1 Costruzione delle palestre*

È prevista la realizzazione di 8 palestre virtuali, ognuna rappresentante di un bosco/ecosistema. Le palestre rappresentative di diversi ecosistemi saranno:

- Aspromonte
- Tarvisio
- Foresta Umbra
- Foresta Casentinese

- Parco Nazionale del Circeo
- Pineta litoranea Tirrenica
- Faggeta vetusta Val Cervara
- Vesuvio

Ogni sede dovrà avere le seguenti specifiche caratteristiche:

- Schermo LED semi curvo dalle dimensioni indicative di 8 m x 3 m;
- 10 Visori per realtà virtuale (Oculus di ultima generazione);
- Server locale per computazione Edge Computing;
- Joystick per pilotaggio virtuale Droni

Inoltre, dovrà essere eseguita una adeguata verifica e dimensionamento connettività dei diversi siti al fine di garantire un veloce caricamento degli scenari e del modulo didattico selezionato.

Il sistema dovrà prevedere la costruzione delle palestre in base a due diversi alternativi tipi di input:

- Distribuzione in specie e in classi diametriche degli alberi che si vuole rappresentare nella palestra. In questo caso, un algoritmo statistico genererà i relativi esemplari in conformità alla distribuzione specificata. L'algoritmo dovrà avere una valutazione scientifica.
- Apposito file in cui vengono indicate le posizioni (x,y) di ogni albero con indicazione delle caratteristiche dell'albero (specie, altezza, diametro basale, LAI, etc). Il file potrà essere generato sulla base di rilievi Lidar e/o da campo sulle foreste sopra indicate e da campagne di acquisizione dei dati ancillari da campo. L'attività di rilievo Lidar non è oggetto dell'intervento SIM, il file sarà fornito dal CUFAA.

Questi due diversi sistemi di generazione delle palestre permetteranno di avere un sistema flessibile capace di riprodurre:

- boschi con una distribuzione di specie ed alberi statisticamente comparabile con quelli del sistema reale, in modo da avere in sistema speditivo ed esportabile anche a diversi contesti
- boschi fedeli al sistema reale (one-to-one), ma che richiedono una grande quantità di dati di input

Ogni palestra virtuale avrà le seguenti specifiche caratteristiche:

- Dimensioni per ogni palestra fino a 20 km<sup>2</sup>
- Sistema di randomizzazione per il posizionamento e la dimensione degli alberi ed arbusti
- Digital twin di:
  - Alberi ed arbusti delle specie descritte nel successivo par §x.9 di diverse dimensioni
  - Elementi di vegetazione a terra come descritte nel successivo par §x.9
  - Elementi in dotazioni di reparto
  - Mezzi impiegati nella lotta attiva aerea e terrestre.

La densità degli alberi dovrà essere quella realmente rilevata negli ecosistemi presi a modello e comunque il sistema deve poter visualizzare fino a 400 alberi ad ettaro.

Il sistema dovrà prevedere l'utilizzo contemporaneo ed indipendente delle diverse palestre nelle diverse unità delle scuole di formazione/addestramento sopra indicate.

### 1.1.3 Architettura del Sistema

Dal punto di vista tecnologico (vedi figura nel seguito), il sistema avrà le seguenti componenti:

- Un sistema cloud dove verranno salvati i dati, gli scenari 3D, gli oggetti 3D, i modelli matematici, i moduli formativi;
- Un sistema in locale edge per ogni unità FFAS dove, in base al modulo scelto, verranno "caricati i dati" per permettere una sessione di addestramento fluida e ad alto grado di rappresentazione della realtà, rispetto stato dell'arte più evoluto delle tecnologie impiegate nella cosiddetta "simulazione immersiva";
- Una sala attrezzata con visori 3D di ultima tecnologia per gli esercitatori
- Una sala con ledwall per permettere di seguire e controllare l'esercitazione.

Nella presente sezione viene descritta la componente cloud (punto 1) e alla quota parte di software e dati che saranno presenti nella componente edge (punto 1). La predisposizione degli ambienti, le installazioni e le dotazioni, verranno indirizzati nella sezione "Dotazioni Specifiche".



### 1.1.4 Platea utenti fruitori del servizio

In prima istanza vengono individuati come utenti fruitori del servizio, personale operativo degli enti:

- CUFAA;
- CNVVF.

Con possibile estensione ad altri enti quali DPC (Dipartimento Protezione Civile).

Si riportano inoltre a titolo indicativo e non esaustivo i ruoli dei potenziali utenti coinvolti:

- Operatori LAIB (Lotta Agli Incendi Boschivi);
- DOS (Direzione Operazione di Spegnimento) / ROS (Responsabile Operazione di Spegnimento);

- Repertori NIAB (Nucleo Informativo Antincendio Boschivo).

Ulteriori operatori potranno essere inclusi solo previa verifica che quanto richiesto dal ruolo sia compatibile con quanto espresso nella descrizione delle attività nel resto del documento; i ruoli di cui va verificata la fattibilità nel corso dello sviluppo sono i seguenti:

- Direzione delle operazioni di spegnimento
- Direzione delle operazioni di spegnimento di incendi complessi (con creazione di ICS o modelli simili)
- Direzione incendi di interfaccia (DTS-DOS) con focus sulle operazioni di confinamento/evacuazione e coinvolgimento del sistema di protezione civile (comuni, regioni, Prefetture, DPC, ecc.) anche mediante l'uso di strumenti di simulazione di evacuazione a scala territoriale;
- Responsabile di settore di incendio boschivo/di vegetazione o di interfaccia urbano rurale
- Analista per incendi boschivi e di vegetazione o di interfaccia urbano-rurale
- Progettista e/o direttore di Cantiere di fuoco prescritto
- Tecnici ed operatori del Controfuoco
- Coordinatore intervento aereo AIB: figure specializzate nelle comunicazioni terra bordo terra e nella gestione dell'intervento aereo quando viene superato un determinato numero di aeromobili che operano sullo stesso evento
- Responsabile/operatore di Sale operative AIB (SOUP, COP, SO115, SODIR, ecc..)
- Pilota di aeromobile in missione AIB
- Operatore di SAPR per la ricognizione e la restituzione dei fronti di fiamma e dei punti caldi
- Funzionari (Fire Technical expert) facenti parte del modulo IT AFFF (Italian Aerial Forest Fire Fighting Modul) nell'ambito del Meccanismo Unionale di Protezione Civile.
- Team Leader, deputy team leader e altre figure di coordinamento dei moduli AIB (GFFF- GFFFV) del Meccanismo Unionale di Protezione Civile.

Si precisa che il numero massimo di persone che contemporaneamente possono agire nella palestra è 8, collaborando online. Più che un limite tecnico, si tratta di un limite sperimentale dovuto alle latenze online. Per la compresenza nello stesso ambiente il limite è dettato dagli spazi adibiti all'utilizzo del sistema. La fruizione VR non è sicura con meno di 3x3 metri per utente, ma, per il tipo di attività, si preferisce normalmente uno spazio di almeno 5x5 metri per utente, il che può limitare il numero di utenti contemporanei.

### 1.1.5 Dati di input

Il FFAS permetterà agli operatori (docenti) di definire scenari di addestramento, nel contesto delle palestre addestrative individuate, modificando i parametri di configurazione con una interfaccia di amministrazione dedicata. In particolare, sarà possibile inserire come input:

- selezione palestre e punto di insorgenza
- aggiunta interattiva di eventi che influiscono sulla simulazione
- attori e dotazione
- velocità dell'esecuzione

### 1.1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

Il sistema farà uso dei seguenti modelli matematici:

- Propagazione incendi. Modello matematico per simulare la propagazione dell'incendio e le azioni per lo spegnimento che include i seguenti sotto-modelli testabili separatamente:
  - Modello di propagazione incendio in funzione dei parametri della vegetazione, del terreno e del vento (TIGER)
  - Modello vento
  - Modello spotting
  - Modello controfuoco
- Investigazione post incendio, modello di propagazione incendio, per rappresentare un'area bruciata e di posizionare evidenze fisiche del passaggio dell'incendio, in base alle leggi chimico fisiche che sottintendono alla combustione delle specie forestali (procedure NIAB e algoritmo TIGER).

Il modello matematico sarà integrato con il sistema 3D, in dettaglio la propagazione della fiamma del modello matematico dovrà essere correttamente rappresentata nel sistema 3D mentre le azioni che l'utente farà nel sistema virtuale dovranno avere effetto sui parametri del modello matematico per generare i corretti perimetri dell'incendio. Il modello dovrà essere integrato nel sistema in modo da ottimizzare i tempi di risposta.

Saranno riproducibili fenomeni di:

- Torching;
- passaggio del fuoco in chioma;
- contemporaneità di eventi (anche in zone di interfaccia urbano rurale);
- incontro di fronti;
- uso del controfuoco;
- attacco indiretto da terra e/o con aeromobili;
- incendi convettivi (esclusivamente considerando nella propagazione l'effetto del vento ed il suo profilo verticale);
- incendi sotterranei (il fenomeno sarà rappresentato con un'opportuna evoluzione degli shader superficiali del terreno e con l'introduzione di fumo senza fiamma);
- incendi di interfaccia urbano-rurale (classica, mista, occlusa). Nelle zone di interfaccia, il livello simulativo per la vegetazione sarà della massima qualità disponibile, ovvero la medesima della simulazione per le zone boschive. Eventuali incendi di edifici o altre strutture artificiali potranno essere rappresentati, ma non simulati in senso fisico, data l'eccezionale varietà possibile dei manufatti.
- evacuazioni o confinamenti. Potranno essere inseriti elementi simbolici o di controllo (comandi) relativi ad evacuazioni o confinamenti. È esclusa la simulazione o gestione di folla o flussi di persone, essendo fuori dal tema del progetto. Le simulazioni potranno essere usate sulla scala delle ore per valutare le zone da sottoporre a evacuazione o far scattare l'allerta di protezione

civile. Nel simulatore virtuale in prima persona l'enfasi e l'addestramento riguarderanno il fenomeno di propagazione a scala spaziale minore.

### **Caratteristiche del modello propagazione incendio**

Il modello di propagazione dovrà simulare la combustione di un oggetto e la propagazione della fiamma, le caratteristiche del modello dovranno essere:

- Velocità nella simulazione
- Associare il livello di combustione di un albero ai diversi modello 3d delle specie come in 1.1.7.
- Possibilità di avere multi-incendi contemporanei
- I parametri di simulazione dovranno essere configurabili dell'operatore che gestisce la sessione di addestramento
- Il sistema dovrà avere al suo interno un modello dinamico di umidità del combustibile che dovrà influenzare il comportamento dell'incendio
- Il sistema dovrà avere come parametro l'umidità dell'aria.

Inoltre, il modello dovrà prevedere le seguenti azioni dell'utente in ambiente 3D:

- Taglio ed eliminazione della vegetazione
- Rilascio acqua/ritardante
- Spegnimento manuale di una porzione di fuoco attraverso mezzi meccanici o flabello
- Azioni di lotta antincendio denominate controfuoco.
- Strumenti di comunicazione in dotazione all'operatore
- Interazione con centrali operative
- Integrazione con l'archivio delle esercitazioni

### **Caratteristiche del modello di distribuzione vento**

Il modello di distribuzione del vento dovrà prevedere:

- Lettura di un dato di vento geostrofico fornito dall'operatore che gestisce la sessione di addestramento.
- In base al dato geostrofico, previsione del campo di vento in ogni cella dell'area interessata dalla simulazione in funzione della mappa delle pendenze e dell'altezza della vegetazione. Il sistema dovrà quindi adottare modelli matematici e tool per l'operazione di downscaling del vento consolidati nella comunità scientifica di riferimento (es: WAsP Engineering).
- Le condizioni del vento dovranno essere impostate quando la simulazione ha inizio, ma durante la simulazione l'operatore che gestisce la sessione di addestramento dovrà avere la possibilità, in qualsiasi momento, di cambiare direzione ed intensità del vento.
- Le condizioni del vento dovranno essere fornite come velocità e direzione.
- Le condizioni iniziali del vento possono essere:
  - generate inizialmente per tutta l'area di simulazione
  - definite dinamicamente per ogni punto posto all'interno dell'area di simulazione

Il modello distribuzione vento dovrà basarsi su modelli matematici consolidati in ambito applicativo per la stima dei campi di vento in funzione di dati geostrofici.

### **Caratteristiche del modello spotting**

Durante un evento incendio boschivo di grandi dimensioni, il sistema dovrà prevedere la possibile insorgenza di nuovi punti di innesco, dovuti ad elementi in combustione attiva trasportati dai fenomeni convettivi creati dal fuoco. Il sistema dovrà quindi calcolare e visualizzare le probabili traiettorie di questa tipologia di propagazione incendio al fine di valutare la distribuzione e la distanza del rischio di innesco.

Inoltre, il sistema dovrà prevedere:

- Effetto fiamme di combustione (presenti solo e solamente in presenza di combustibile vegetale). Il sistema dovrà quindi prevedere che per ogni specie ci siano 3 livelli di combustione (poco bruciato, mediamente bruciato, molto bruciato) + un livello dell'albero completamente bruciato
- Le animazioni delle fiamme dovranno essere fluide e verosimili
- La rappresentazione del suolo dovrà essere con sufficiente livello di dettaglio da permettere una corretta visione del fronte di fiamma.

Per il corretto comportamento dell'incendio dovranno essere utilizzati algoritmi derivanti da lavori scientifici pubblicati e/o presentati a convegni internazionali.

Sarà titolo preferenziale la disponibilità, da parte del fornitore, di algoritmi di propagazione degli incendi boschivi, già utilmente impiegati in un sistema di simulazione immersiva esistente, dedicato alla formazione del personale preposto, idonei quindi a rappresentare il processo di combustione con la più elevata aderenza ai processi chimico-fisico della combustione vegetale e non ad una logica simulativa tipica dei video giochi.

Inoltre, sono fortemente auspicabili, da parte del fornitore, precedenti realizzazioni di piattaforme di simulazione immersiva 3D, basate su algoritmi matematici, già in uso presso sedi di addestramento della P.A. .

#### 1.1.7 Dati di output

Attraverso l'interfaccia di amministrazione, Il sistema permetterà agli operatori (docenti) di ottenere in output:

- lo scenario salvato
- le azioni compiute dagli attori coinvolti
- report dell'efficacia degli interventi, con controllo del flusso temporale.

##### 1.1.7.1 Lista delle specie vegetali e fisici delle palestre

AMBIENTI (Direttive Habitat EU - Natura 2000)	SPECIE	DISTRIBUZIONE IN ITALIA
Quercu-carpineti planiziali, della Padania centro-occidentale, di	<i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i> (rovere)	Piemonte, Lombardia, Veneto, Trentino-Alto Adige Toscana

AMBIENTI (Direttive Habitat EU - Natura 2000)	SPECIE	DISTRIBUZIONE IN ITALIA
fondovalle o di basso versante nella fascia collinare	<i>Carpinus betulus</i> (carpino bianco) <i>Acer campestre</i> (acero campestre) <i>Tilia cordata</i> <i>Poa chaixii</i> (fienarola di chaixi) <i>Dactylis polygama</i> <i>Galium sylvaticum</i>	
Boschi mediterranei e submediterranei adriatici e tirrenici Quercus virgiliana, Q. dalechampii, Q. pubescens e Fraxinus ornus.	<i>Quercus virgiliana</i> , <i>Q. pubescens</i> <i>Fraxinus ornus</i> . <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Smilax aspera</i>	Tutte tranne le regioni dell'arco alpino
Foreste subalpine, o talvolta altimontane.	<i>Larix decidua</i> <i>Pinus cembra</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus mugo uncinata</i> <i>Rhododendron ferrugineum</i> <i>Vaccinium vitis-idaea</i> <i>Luzula luzulina</i>	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli VG, Liguria
Lande secche europee: Vegetazione basso-arbustiva acidofila ricca in specie. Presente nella Pianura Padana e nelle regioni centro-settentrionali del versante occidentale della Penisola, dal piano basale a quello submontano-montano.	<i>Calluna vulgaris</i> (brughiera) <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Genista pilosa</i> <i>Erica arborea</i> <i>Ulex europaeus</i>	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Friuli VG, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche
Lande oro-mediterranee endemiche a ginestre spinose Formazioni xerofile submontane e montane dominate, da leguminose spinose arbustive o suffruticose	<i>Genista salzmannii</i> , <i>Armeria sardoa</i> <i>Helichrysum spp.</i> <i>Micromeria graeca</i> <i>Viola spp</i> <i>Astragalus genargenteus</i> <i>Poa spp.</i> <i>Santolina spp</i>	Liguria, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna
Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici Arbusteti caratteristici delle zone termo-mediterranee. Si tratta di cenosi discontinue la cui fisionomia è determinata sia da specie legnose che erbacee perenni	<i>Euphorbia dendroides</i> , <i>Chamaerops humilis</i> <i>Olea europaea</i> <i>Genista ephedroides</i> <i>Genista aetnensosa</i> <i>Genista cilentina</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Coronilla emerus</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	Liguria, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

AMBIENTI (Direttive Habitat EU - Natura 2000)	SPECIE	DISTRIBUZIONE IN ITALIA
Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici	<i>Pinus nigra subsp</i> <i>Juniperus hemisphaerica</i> , <i>Cytisus spp</i> <i>Erica carnea</i> , <i>Sesleria caerulea</i> <i>Carex humilis</i>	Veneto, Friuli Venezia Giulia, Abruzzo, Campania, Calabria, Sicilia
Foreste sclerofille mediterranee	<i>Quercus ilex</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Laurus nobilis</i> <i>Ostrya carpinifolia</i> <i>Celtis australis</i> <i>Cercis siliquastrum</i> <i>Arbutus unedo</i> , <i>Phillyrea latifolia</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Pistacia spp</i> <i>Viburnum tinus</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Erica arborea</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Lonicera implexa</i> <i>Cyclamen spp.</i> <i>Asparagus acutifolius</i>	Liguria, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna
Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Hypparrhenia hirta</i> <i>Bituminaria bituminosa</i> <i>Convolvulus althaeoides</i> <i>Ruta angustifolia</i> <i>Stipa spp.</i> <i>Dactylis spp.</i> <i>Asphodelus ramosus</i> <i>Poa bulbosa</i> <i>Tuberaria guttata</i> <i>Briza maxima</i>	
Dune costiere colonizzate da specie di pino termofile mediterranee ( <i>Pinus halepensis</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. pinaster</i> ). Formazioni spesso favorite dall'uomo o rimboschimenti.	<i>Pinus pinea</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>Juniperus spp</i> <i>Asparagus acutifolius</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Daphne spp</i>	Liguria, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

AMBIENTI (Direttive Habitat EU - Natura 2000)	SPECIE	DISTRIBUZIONE IN ITALIA
	<i>Osyris alba</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Smilax aspera</i> <i>Calicotome villosa</i> .	
Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici. Arbusteti caratteristici delle zone mediterranee. Si tratta di cenosi piuttosto discontinue la cui fisionomia è determinata sia da specie legnose che da erbacee perenni	<i>Euphorbia dendroides</i> <i>Chamaerops humilis</i> <i>Olea europaea</i> <i>Genista spp.</i> <i>Cytisus spp</i> <i>Coronilla spp.</i> <i>Spartium junceum</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	

Come Abaco di riferimento sarà inoltre considerata la direttiva Habitat aggiornata ora dalla nuova legge UE sulla biodiversità <https://natura2000.eea.europa.eu/>

Il sistema dovrà rappresentare fino a 30 specie (le più rappresentative dell'area Mediterranea) prese dalla precedente lista e ogni modello 3d delle specie dovrà prevedere almeno 3 stadi di crescita e 4 rappresentazioni dello stato vegetativo. Il sistema dovrà prevedere nella rappresentazione dello stato vegetativo differenti angoli di inserzione, numero di rami, differenti forme di tronco, differenti dimensioni delle foglie. Queste rappresentazioni dovranno permettere un popolamento forestale randomico e casuale.

Ogni modello 3d delle specie dovrà prevedere almeno 4 diversi stadi di bruciatura, incluso uno stato di totalmente bruciata.

#### 1.1.7.2 Mezzi di trasporto, avatar e dotazioni virtualizzate

Verranno rappresentati, con caratteristiche di virtualizzazione esclusivamente funzionali allo scopo del sistema, i seguenti artefatti:

- mezzi Aerei in dotazione al Dipartimento nazionale della Protezione civile, quelli del CNVVF e gli elicotteri regionali;
- mezzi AIB terrestri in dotazione standard presso le Regioni;
- avatar dei Carabinieri forestali in tenuta da campagna con allestimenti da Repertatore e del CNVVF;
- mezzi per il CNVVF (vettura comando, pick up con modulo, autobotte boschiva, APS);
- avatar vari appartenenti a Pubblica Amministrazione.

A cui vanno ad aggiungersi le dotazioni di reparto dei repertatori incendi boschivi riportati nella tabella seguente:

Descrizione	Quantità
Ricevitore GNSS e relativi accessori	1
Tablet e relativi accessori	1

Descrizione	Quantità
Metal detector	1
Batterie di ricambio per strumentazione elettronica	q.b.
Materiale foto-cartografico	1
Marcatore forestale vernice spray fluorescente	3
Cavalletto dendrometrici varie misure	3
Binocolo	1
Pastelli/gessetti per marcare le piante, 3 colori	q.b.
Sgorbie	2
Lente ingrandimento e graduata	1
Martello	1
Cacciaviti	2
Etichette/Placchette Per Posizionamento alberi con chiodi/puntine	q.b.
Picchetti permamanenti in ferro zincato (mod. FENO)	1 per punto
Mandrino per interrimento picchetti	1
Batti-cippo per interrimento picchetti	1
Diameter Tape 5m (diametrometro)	1
Rotella metrica da 25 metri autoavvolgente	1
Metro da muratore o da falegname	1
Bussola Clisimetro Suunto Tandem	1
Paline topografiche	6
Sacco per paline	1
Roncole con custodia	2
Segaccio con fodero mod. Pro-Garden	1
Nastro da cantiere + Vinavil per carote + scotch + cannucce	1
Taglierino a lama sottile	1
Guanti da lavoro	4
Attrezzature e materiali di consumo per gestione carotine	1
Materiale cancelleria per scrivere durante il rilievo	q.b.
Supporto rigido plastificato o in legno con molletta	2
Supporti per allocare carotine	2
Succhielli di Pressler da 20 cm e da 40 cm	2
Estrattori di ricambio per succhielli di Pressler	2
Kit per affilatura e manutenzione succhielli	1
Martello incrementale	1
Estrattori di ricambio per succhielli da 20 cm e da 40 cm	2
Starter borer da applicare al succhiello per iniziare il carotaggio	1
Vertex + Trasponder	1
Picchetti bassi per delimitare ads piccole	4
Giubbetti alta visibilità	4
Valigetta pronto soccorso	1
Zaini	2
Placchette alluminio	320

Descrizione	Quantità
Elmetti sicurezza	4
Guide botaniche	1
Disinfettanti per succhielli di Pressler q.b.	q.b.

Gli avatar dei partecipanti saranno visivamente “neutri” (senza caratteristiche fisiche marcate, in modo da poter essere utilizzati da chiunque senza causare disagio) ma distinguibili tra loro, in modo da poter identificare (non solo dalla voce) i compagni di esercitazione nell’ambiente simulato.

L’utilizzo dei veicoli sarà semplificato nell’ottica di concentrare la simulazione sulle attività peculiari ai moduli di addestramento e non a quelle di guida o pilotaggio.

Similmente, l’utilizzo degli attrezzi in dotazione, e il prelievo di reperti, saranno modellati e semplificati in modo che l’assenza di oggetti solidi con cui interagire impatti il meno possibile la verosimiglianza della simulazione e quindi la qualità dell’addestramento.

#### 1.1.8 Addendum per VVFF

L’estensione del Sistema per l’addestramento virtuale del CNVVF prevede gli elementi a seguire:

##### **Palestre Virtuali**

Saranno sviluppate 3 palestre dedicate in maniera specifica alla formazione/addestramento per incendi in zone di interfaccia urbano-rurale:

- Area di periferia di città, palestra dedicata alle aree di periferia dei grandi centri urbani ed all’interfaccia occlusa anche con minaccia a insediamenti industriali, reti di infrastrutture di trasporto, discariche; area individuata in corrispondenza della periferia di Roma (zona ovest di Roma).
- Area di interfaccia con un insediamento turistico (villaggi turistici, alberghi, campeggi) nel centro-sud. Individuata area delle pinete litoranee della costa ionica tra Puglia e Basilicata (Castellaneta Marina - Metaponto).
- Piccolo centro rurale dell’entroterra, o montani lontani dai grandi centri abitati: è il caso di tanti piccoli centri dell’entroterra spesso abitati da anziani, con percorsi di avvicinamento per i soccorritori e di evacuazione per gli abitanti limitati in termini di dimensioni e di alternative (zona interna della provincia di Imperia – Monte Bignone).

##### **Centri di addestramento**

Saranno allestiti 3 centri di addestramento con configurazione hardware e software adeguata.

L’ubicazione delle 3 sale di addestramento sarà:

- Scuola di formazione VVF di Roma-Capannelle (Centro);
- Scuola di formazione VVF - sede di Lamezia Terme (Sud);
- Scuola di formazione VVF - sede di Dalmine (Nord);

##### **Centri di formazione territoriali**

Saranno inoltre predisposte delle postazioni, una per centro di formazione territoriale, tramite le quali – in assenza di dotazione specifica – sarà possibile unicamente accedere all'archivio delle esercitazioni in consultazione, e visualizzare a schermo, come spettatori, la riproduzione di un'esercitazione svolta precedentemente in uno dei centri di addestramento. Previa opportuna dotazione a corredo, sarà naturalmente possibile estendere la possibilità di fruizione.

Le sedi dei centri territoriali coinvolti saranno:

- Varallo Sesia (VC)
- Padova (PD)
- Tarvisio (UD)
- Pavullo sul Frignano (MO)
- Ansedonia (GR)
- Terni (TR)
- Montelibretti (Roma)
- Napoli (NA)
- Brindisi (BR)
- Senigallia (AN)
- Catania (CT)

### **Moduli formativi**

Sarà sviluppato un ulteriore modulo formativo, "Lotta agli incendi di interfaccia", che supporterà l'interazione dell'addestratore e dei partecipanti all'esercitazione nella simulazione di una situazione critica legata a un incendio complesso in uno degli scenari simulati dalle 3 palestre.

Nell'ambito di questo modulo, il sistema sarà esteso per simulare:

- l'utilizzo di 2 nuovi tipi di veicolo
- l'utilizzo di 5 nuovi strumenti/attrezzi in dotazione, tra cui la lancia antincendio
- l'interazione con le sale operative coinvolte

Si precisa che il modello matematico utilizzato nei moduli formativi "propagazione incendi" e "investigazione post incendio" includerà la simulazione della propagazione ed evoluzione di incendi nelle zone di interfaccia urbano-rurale tranne che per la zona di stretto contatto. Resteranno quindi esclusi dalla simulazione, edifici, manufatti ed altre infrastrutture antropiche.

Il comportamento dell'incendio sarà quindi approssimato sulla base delle informazioni che ci saranno fornite, e potrà in ogni caso essere alterato in tempo reale dall'addestratore tramite la sua interfaccia utente, che gli consentirà ad esempio di definire uno o più punti di innesco.