



Interreg
ALCOTRA



CITTÀ DI TORINO

PRODIGE

PROTEGGERE I CITTADINI, DIFENDERE LE INFRASTRUTTURE,
GESTIRE I GRANDI EVENTI



PRODIGE

Progetto PRODIGE

Proteggere i cittadini, difendere le infrastrutture,
gestire i grandi eventi

I partner del progetto PRODIGE sono:



Comune di Cuneo



SDIS 04 – Service Départemental d’Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence 04



SiTI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l’innovazione



Città di Torino

Indice

Indice degli autori	9
Premessa.....	11
1. Il progetto PRODIGE.....	12
1.1. Il contesto	12
1.2. Gli obiettivi.....	15
1.3. I partner	16
2. I risultati principali	19
2.1. La Piattaforma PRODIGE per il training in realtà virtuale degli operatori di Protezione Civile e la comunicazione dei rischi ai cittadini	19
2.1.1. Lo stato dell'arte	20
2.1.2. La Piattaforma.....	43
2.1.3. Gli scenari pilota.....	46
2.1.4. Il Modulo Integrativo di comunicazione.....	60
2.2. Le sessioni di formazione e comunicazione	77
2.2.1. Esercitazione a Cuneo con VVFF	77
2.2.2. ThinkUp for Disability.....	79
2.2.3. Libro Profugo al Salone Internazionale del Libro.....	80
2.2.4. Esercitazione a Digne-les-Bains.....	84
2.2.5. Esercitazioni a Torino.....	91
3. Opportunità strategiche per il futuro.....	95
3.1. Sinergia con gli strumenti <i>Emergency Management</i> sviluppati dal JRC di ISPRA	95
3.2. Supporto alle tesi per la ricerca con avvio di scenari sperimentali	104
3.3. Progetti futuri all'interno dei programmi di finanziamento Europei.....	112
4. Bibliografia e sitografia	118

Indice degli autori

Capitolo	Autori	Istituto di appartenenza
1. Il progetto PRODIGE	Sergio Olivero, Alessandra Filieri, Massimo Migliorini, Francesco Moretti, Valentina Dolci	SITI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l’Innovazione
2. I risultati principali	Alessandra Filieri, Massimo Migliorini, Valentina Dolci	SITI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l’Innovazione
	Luca Licata	LD Multimedia
	Fabrizio Lamberti, Andrea Sanna	Politecnico di Torino
	Luca Zigiotti, Federico Dellanoce, Gianfranco Todesco	Comune di Torino
	Philippe Sansa, Jean-Christophe Julien, Laure Ansel	SDIS04 – Service Départemental d’Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence
	Simone Fogliacco	Comune di Cuneo
3. Opportunità strategiche per il futuro	Daniele Galliano	JRC – Joint Research Center
	Sergio Olivero, Massimo Migliorini	SITI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l’Innovazione
	Fabrizio Lamberti, Andrea Sanna, Davide Calandra, Michele Billi	Politecnico di Torino

Premessa

La presente pubblicazione intende offrire un quadro complessivo dei risultati del progetto PRODIGE, finanziato con fondi del programma Interreg ALCOTRA Italia-Francia 2014-2020.

L'acronimo PRODIGE significa PROteggere i cittadini, DIfendere le INfrastrutture, GEstire i grandi Eventi; si tratta di un compito impegnativo, che gli Enti preposti alla gestione delle emergenze (Protezione Civile, Vigili del Fuoco, squadre di soccorso, ecc.) devono affrontare ogni giorno in un contesto reso sempre più complesso dai cambiamenti climatici e dalla crescente pressione antropica su territorio e infrastrutture.

Per garantire l'efficacia dell'azione degli Enti preposti alla gestione delle emergenze è fondamentale assicurare una gestione efficace degli operatori, facendo inoltre in modo che le squadre operative si coordinino a livello sia nazionale sia transfrontaliero.

Il progetto PRODIGE ha sviluppato strumenti innovativi basati sulla realtà virtuale che sono ora a disposizione per agevolare la transizione verso un nuovo approccio alla Protezione Civile basato sulla combinazione di tecnologie, organizzazione e formazione.

La pubblicazione offre una panoramica dei principali risultati del progetto e si propone di raggiungere sia gli "addetti ai lavori", sia i cittadini, con l'obiettivo di informare, ma anche di creare consapevolezza circa le potenzialità della realtà virtuale per un mondo più sicuro.

1. Il progetto PRODIGE

PRODIGE è un progetto che prevede la collaborazione tra autorità italiane e francesi, realizzato con il contributo dell'Unione Europea nell'ambito del programma Interreg-ALCOTRA.

ALCOTRA, acronimo di Alpi Latine Cooperazione TRAnsfrontaliera, è uno dei programmi europei di cooperazione nel territorio alpino tra la Francia e l'Italia. Dal 1990 il programma ha finanziato quasi 600 progetti per circa 550 milioni di euro. L'obiettivo del programma è di migliorare la qualità di vita delle popolazioni e lo sviluppo sostenibile dei territori attraverso una cooperazione che coinvolge economia, ambiente e servizi ai cittadini [1].

Di seguito sono illustrati il contesto in cui si innesta il progetto PRODIGE, gli obiettivi che ha mirato a raggiungere ed i partner che sono stati coinvolti.



Figura 1: Interreg ALCOTRA con logo PRODIGE

1.1. Il contesto

I cambiamenti climatici rappresentano una sfida epocale: l'European Environment Agency (EEA Signals 2015 - Living in a changing climate) ha stabilito che tali cambiamenti continueranno e che i conseguenti disastri naturali (alluvioni, dissesti idrogeologici, frane e smottamenti, ecc.) diventeranno sempre più frequenti e

intensi, provocando conseguenze sempre più gravi per la salute e la sicurezza delle persone, per l'ambiente, e per il benessere economico e sociale globale.

La vulnerabilità rispetto a tale tipologia di eventi varia a seconda delle regioni Europee coinvolte, ma risulta elevata quando vengono colpite le zone di confine tra due stati. In uno scenario transfrontaliero, infatti, le autorità locali e nazionali preposte alla gestione del territorio devono collaborare in una cornice di cooperazione internazionale, con l'obiettivo di massimizzare l'efficacia delle procedure di mitigazione del rischio e delle risorse.

Ciò rappresenta una considerevole sfida, in quanto esistono una serie di ostacoli che rendono difficile far interagire la molteplicità di attori in gioco, in particolare:

- si parlano lingue differenti;
- vengono impiegati differenti criteri e indicatori per la classificazione dei disastri;
- esistono differenti sistemi e codici di allerta;
- vengono utilizzati metodi diversi per quantificare e valutare le conseguenze di un disastro;
- esistono protocolli e regolamenti differenti per determinare la priorità e la modalità di intervento e per la gestione e l'impiego delle risorse;
- esistono diverse gerarchie politiche e divisioni di ruolo tra le autorità locali/regionali/nazionali;
- vengono adottate strategie di comunicazione separate (spesso incoerenti tra loro) per allertare la popolazione.

Un'**efficiente cooperazione transfrontaliera** è necessaria per assicurare la miglior risposta operativa possibile e l'assistenza di cui i cittadini hanno bisogno. Ciò aumenta l'importanza di iniziative di ricerca che aspirano a creare strumenti per favorire, facilitare ed aumentare la cooperazione tra le autorità responsabili della gestione delle emergenze nelle zone transfrontaliere.

Il territorio di confine tra il **Dipartimento des Alpes de Haute Provence** e la **Regione Piemonte** rappresenta una zona strategica, anche per la rete di viabilità che supporta il trasporto di beni e merci tra Italia e Francia. Il territorio transfrontaliero possiede una conformazione geo-morfologica che lo rende particolarmente vulnerabile a fenomeni naturali estremi, (tra i fenomeni di maggior rilievo si ritrova l'alluvione dovuta all'esondazione del Tanaro 1994, gli eventi alluvionali degli anni 1996-2000-2002 nel territorio cuneese, le alluvioni nel 2011 e 2014 nella Provincia di Torino e Alessandria, l'esondazione del Var nel 2010).

Il progetto PRODIGE (PROteggere i cittadini, Difendere le Infrastrutture, Gestire i grandi Eventi) nasce con l'obiettivo di rafforzare la collaborazione tra le Autorità Italiane e Francesi preposte alla gestione delle emergenze, incrementando la capacità di eseguire efficaci operazioni di risposta congiunta ai rischi naturali.

Il Progetto è finalizzato in particolare ad accrescere l'efficacia della prevenzione dei rischi e della gestione delle emergenze a livello transfrontaliero, attraverso il miglioramento della formazione e dell'addestramento degli operatori di protezione civile in Italia e in Francia, e più in generale, aumentando la resilienza del territorio di riferimento.

Gli ultimi anni hanno visto una rivoluzione del concetto di "gestione delle situazioni di emergenza": come già accennato, un'efficiente cooperazione transfrontaliera è necessaria per assicurare la miglior risposta operativa possibile e l'assistenza di cui i cittadini hanno bisogno. È pertanto fondamentale realizzare momenti di interazione dove gli operatori locali e nazionali interagiscano e sperimentino protocolli innovativi per massimizzare l'efficacia delle misure di intervento congiunte.

Le esercitazioni sul campo rappresentano un momento di verifica dell'interoperabilità tra i vari operatori ma, date le rilevanti difficoltà logistiche (distanza tra gli operatori, necessità di dispiegamento di mezzi, trasporto di apparecchiature, ecc.), non possono essere replicate con frequenza elevata, e comportano costi significativi.

Il recente sviluppo delle tecnologie ICT e di nuovi mezzi di comunicazione (social network, piattaforme per il gioco di ruolo, realtà virtuale, ecc.), unito al progresso globale dell'industria dei videogiochi, hanno legato alla logica della gestione delle emergenze il modello dei "serious games".

I *serious games* sono simulazioni di eventi reali in ambienti tridimensionali virtuali, il cui obiettivo primario è quello di fornire agli utenti una possibilità di addestramento avanzato in un determinato settore di attività.

La diffusione delle piattaforme **MMORPG** (*Massive Multiplayer Online Role-Playing Games*) ha reso disponibile un nuovo livello di interazione tra le persone all'interno di ambienti virtuali, permettendo simulazioni sofisticate e realistiche di diverse situazioni e scenari. Nei MMORPG i giocatori possono comunicare, muoversi da un punto a un altro di una mappa geo-referenziata, compiere azioni, guidare veicoli, interagire con gli oggetti, gli eventi e gli altri giocatori presenti nell'ambiente, tutto in tempo reale. Ogni personaggio è in grado di vedere gli altri giocatori e le loro azioni e può reagire compiendo a sua volta altre azioni, il tutto in un ambiente 3D che riproduce fedelmente quello reale. Le simulazioni sono tipicamente controllate dalla figura dei "master" (governatori della simulazione) che possono modificare l'ambiente e creare eventi localizzati (come un'esplosione, un incendio, una folla in sommossa, un black-out locale, etc.) o introdurre nuove criticità come un'interruzione delle linee elettriche o telefoniche.

L'utilizzo dei **serious games** apre nuovi orizzonti nel campo della gestione delle crisi, dove l'aspetto cruciale è quello di ottimizzare l'interazione di diversi attori che cooperano in un lasso di tempo molto breve dovendo fronteggiare scenari imprevisi ed in continua evoluzione. Durante una crisi gli schemi logici cambiano continuamente, le decisioni devono essere prese rapidamente e possono avere impatti rilevanti in una varietà di settori (energia, acqua, sanità, etc.). Inoltre, molti degli attori coinvolti, dai livelli decisionali operativi (protezione civile, vigili del fuoco, sanità, polizia, etc.) a quelli organizzativi/gestionali (prefetture, agenzie di sicurezza, organi governativi), devono cooperare in modo perfettamente efficiente per poter assicurare una pronta risposta all'emergenza, interagendo con ruoli e modalità che normalmente non vengono adottate all'interno delle loro attività quotidiane.

Il progetto PRODIGE si propone di individuare i punti di forza della tecnologia dei *serious games* e di metterli al servizio degli operatori per la gestione delle emergenze.

1.2. Gli obiettivi

Gli operatori della sicurezza e della protezione civile possono provenire da differenti servizi, corpi e nazioni: la tecnologia della realtà virtuale rappresenta un efficace strumento per l'addestramento di gruppi di persone con competenze e ruoli differenti. La capacità di cooperare e di proporre soluzioni condivise adattate a contesti diversi viene affinata negli ambienti virtuali, influenzando positivamente il successo delle risposte operative durante situazioni reali di emergenza.

L'obiettivo generale del progetto PRODIGE è quello di avviare lo sviluppo di una piattaforma di realtà virtuale associata ad un sistema di raccolta dati dal territorio e comunicazione bidirezionale con la popolazione, per accrescere l'efficacia della prevenzione dei rischi e della gestione delle emergenze a livello transfrontaliero e per migliorare la formazione e l'addestramento degli operatori di protezione civile in Italia e in Francia. Tale piattaforma è orientata ad aumentare la capacità di cooperare e di proporre soluzioni condivise adattate a contesti diversi influenzando positivamente il successo della risposta operativa.

Gli obiettivi specifici sono:

- Accrescere la capacità di affrontare con successo le emergenze nei territori transfrontalieri, creando meccanismi efficaci ed efficienti di collaborazione fra le autorità di protezione civile italiana e francese. Ciò comporta la definizione di criteri e strumenti di interoperabilità, inclusa la compatibilità fra sistemi tecnologici e la continuità dei processi organizzativi nel rispetto delle procedure nazionali;
- Migliorare l'efficacia dei percorsi di formazione ed addestramento degli operatori di protezione civile, attraverso una piattaforma di realtà virtuale in grado di simulare in modo realistico situazioni di intervento, per gestire emergenze di origine sia naturale sia antropica;
- Sviluppo e utilizzo di nuove strategie di informazione e comunicazione in tempo reale per la popolazione, con il coinvolgimento dei residenti, trasformandoli in sensori locali e in sorgenti di dati (ad esempio attraverso cellulari e social media).

La gestione congiunta delle problematiche del territorio consente inoltre un'analisi dei bisogni e dei requisiti per la creazione di misure preventive innovative e attività di protezione coordinate a livello transnazionale. La messa in comune di risorse e di informazioni consentirà di ridurre al minimo la ridondanza degli studi e dei progetti di ricerca sugli scenari incidentali e sui rischi ambientali a cui sono esposte le IT su entrambi i versanti della frontiera, ottimizzando le risorse e consentendo strategie di investimento più efficaci nelle misure di sicurezza.

Gli obiettivi strategici del progetto si collocano all'interno delle priorità identificate dal secondo asse strategico del programma ALCOTRA (Ambiente sicuro - aumento della resilienza del territorio) con riferimento alla Priorità d'investimento 5b (Aumentare la resilienza dei territori ALCOTRA maggiormente esposti ai rischi).

Il progetto PRODIGE si propone 4 azioni operative mirate alla realizzazione dei suoi obiettivi:

- Sviluppare un **dimostratore di piattaforma innovativa basata sulla realtà virtuale** per migliorare la formazione degli operatori preposti alla gestione delle emergenze;
- Utilizzare nuove **strategie di informazione e comunicazione in tempo reale** per la popolazione durante le fasi dell'emergenza, trasformando i cittadini in sensori locali e sorgente di dati attraverso cellulari e social media;
- Rafforzare i mezzi e le attrezzature in uso alla Protezione Civile per **aumentare la capacità di intervento e gestione delle emergenze**;
- Organizzare sessioni di formazione all'utilizzo della piattaforma di realtà virtuale destinata agli operatori italiani e francesi, e promuovere presentazioni e simulazioni per **sensibilizzare la popolazione** sul tema della prevenzione dei rischi.

1.3. I partner

PRODIGE è un progetto transfrontaliero che vede coinvolte due nazioni europee: l'Italia e la Francia. Il Comune di Cuneo [2] svolge il ruolo di coordinatore e coinvolge la Protezione Civile locale, mentre i partner sono l'Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'innovazione (SITI) [3], la Città di Torino [4] con la Polizia Locale ed il Nucleo Investigativo Scientifico e Tecnologico (NIST) e, per l'area francese, il Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence 04 (SDIS 04) [5].

Comune di Cuneo (CUNEO)

Il Comune di Cuneo è posto allo sbocco delle valli Stura e Gesso, alle estreme propaggini sud-occidentali della Pianura Padana e risulta circondato su tre lati dalle Alpi Marittime e Cozie. Occupa un territorio la cui estensione è di poco inferiore ai 120 km², dalle caratteristiche altimetriche e morfologiche discretamente omogenee, legate all'assetto sub-pianeggiante dell'area.

Dal punto di vista geologico, il settore di pianura occupato dal Comune di Cuneo è costituito esclusivamente da terreni alluvionali legati agli apporti fluviali dei torrenti pedemontani, che hanno subito forti oscillazioni a seconda dei periodi glaciali che si sono succeduti nei più recenti periodi geologici.

Dal punto di vista idrogeologico, la caratteristica fondamentale di tutti i bacini sedimentari di pianura del territorio regionale, è quella di ospitare un sistema multifalde, dove la comunicazione idrologica tra bacini adiacenti si verifica soprattutto a livello di falda libera.

La presenza dei numerosi fiumi sul territorio ha portato alla creazione di un parco fluviale cittadino denominato Parco Fluviale Gesso e Stura. Il comune svolge attività di protezione civile e di difesa del suolo, con focus particolare sul rischio idrogeologico ed il monitoraggio dei parchi fluviali. Il Comune ha infatti sviluppato un primo dimostratore di sistema di monitoraggio delle aree fluviali con l'obiettivo di contenere il rischio idrogeologico della zona. Le politiche di protezione del territorio, messe in atto dall'amministrazione comunale, riguardano anche il problema dei rifiuti, l'inquinamento atmosferico, acustico, e quelli di acqua ed energia.

Nell'ambito della progettazione ALCOTRA, il Comune di Cuneo ha instaurato esperienze di collaborazione con il Parco delle Alpi Marittime, il Parco del Marguareis, il Parco National du Mercantour, il Comune di Serignan du Comtat, il Dipartimento di Nizza e il Dipartimento di Dignes. Il Comune di Cuneo possiede una spiccata esperienza in tema di progetti Europei anche per ciò che riguarda il ruolo di coordinamento, avendo partecipato al "PIT ALCOTRA Spazio transfrontaliero Marittime Mercantour: la diversità naturale e culturale al centro dello sviluppo sostenibile ed integrato".

Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence 04 (SDIS 04)

Collegata al Ministero degli Interni, la Direzione della Protezione Civile è la struttura centrale responsabile della gestione dei rischi, dalle catastrofi di vita quotidiana o di incidenti di rilievo, in Francia. La Direzione della Protezione Civile conta tra le sue fila 2.500 addetti, tra civili e militari, che, coordinati da un prefetto, si occupano della gestione delle emergenze, agendo di concerto con gli altri ministeri, in particolare con quelli della Difesa, della Sanità, dell'Ambiente e dei Trasporti, per mobilitare gli esperti ed i materiali specifici relativi ad ogni determinata situazione.

Ogni Dipartimento francese possiede quindi il proprio Servizio Dipartimentale per gli Incendi e la Sicurezza Civile; i compiti propri di SDIS 04, in linea con la legge del 2004, si dividono in attività condivise e attività svolte in autonomia. Tra le prime rientrano le azioni svolte con il supporto di altri servizi e altri professionisti nel settore della prevenzione e gestione dei rischi, che riguardano principalmente i soccorsi in casi di emergenza, la valutazione e prevenzione dei rischi tecnologici o naturali e la protezione e la lotta contro gli altri incidenti, sinistri e altre catastrofi.

Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'innovazione (SITI)

SITI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'Innovazione è un'associazione senza scopo di lucro, costituita nel 2002 tra Politecnico di Torino e Compagnia di San Paolo.

SITI svolge attività di ricerca e formazione orientate all'innovazione e alla crescita socio-economica. Le sue attività di ricerca sono focalizzate su cinque principali aree tematiche: sicurezza, energia, protezione ambientale, patrimonio culturale e riqualificazione urbana, logistica e trasporti. SITI è coinvolta attivamente

in progetti finanziati da enti pubblici e privati. Essendo un'organizzazione no-profit, l'istituto co-finanzia progetti territoriali strategici. SITI partecipa anche come partner co-finanziatore per progetti su fondi Europei e Internazionali.

Nel 2015 SITI ha intrapreso una proficua cooperazione con la Città di Torino nel campo della sicurezza e della protezione civile, con focus sulla gestione di grandi eventi.

Inoltre, SITI ha sviluppato una significativa esperienza riguardo all'analisi di rischio delle infrastrutture transfrontaliere, all'analisi delle interdipendenze e alla previsione/valutazione degli effetti a cascata durante le crisi. È stata coinvolta anche in diversi progetti con focus sull'analisi dell'impatto e delle metodologie di valutazione del rischio.

Comune di Torino (TORINO)

La città di Torino, che si estende per 130 km², è una delle più importanti città d'Italia. Fin dagli anni '90 Torino ha seguito un percorso che l'ha portata a diventare, progressivamente, da capitale industriale - settore all'interno del quale gioca ancora un ruolo fondamentale - a polo di innovazione, centro di cultura e di miglioramento della qualità della vita.

Lo sviluppo urbano sostenibile è uno dei temi chiave del Piano Strategico Cittadino che rappresenta un documento all'interno del quale è descritto il piano politico ed amministrativo portato avanti dal Sindaco. In questo piano la Giunta Comunale descrive le azioni che intende perseguire per lo sviluppo della città, promuovendo un miglioramento della qualità dell'ambiente cittadino, incrementando la capacità di innovazione tecnologica e quindi rendendo Torino una vera e propria "Smart City".

Un primo passo verso questa trasformazione è stato effettuato presentando il piano Turin Action Plan for Energy (TAPE), suddiviso in 51 azioni che coinvolgono vari settori tra cui: il trasporto (sia pubblico che privato); l'edilizia; il settore terziario, edifici residenziali, illuminazione pubblica; l'industria.

Torino è da sempre attenta all'innovazione anche nel campo della Sicurezza dei grandi eventi: dopo la significativa esperienza delle Olimpiadi Invernali (2006), nel 2015 la città ha visto tre grandi eventi sovrapporsi nello stesso periodo: l'Ostensione della Sindone, la Visita del Papa, e Torino Capitale Europea dello Sport. Le conoscenze generate, con particolare riferimento alla simulazione delle meccaniche delle zone affollate, saranno la base di partenza per sviluppare la Piattaforma Virtuale Transfrontaliera prevista nel progetto PRODIGE.

2. I risultati principali

In questo capitolo sono evidenziati i risultati ottenuti grazie al Progetto PRODIGE: la piattaforma virtuale transfrontaliera, progettata per la formazione e l'addestramento degli operatori della protezione civile italiana e francese al fine di accrescere l'efficacia della prevenzione dei rischi e della gestione delle emergenze; gli scenari pilota, che simulano situazioni critiche in Italia e Francia e che sono stati sviluppati per evidenziare gli elementi di eccellenza che la piattaforma VR permette di integrare; ed il modulo integrativo alla piattaforma per la raccolta in tempo reale dei dati sul territorio colpito dall'emergenza.

2.1. La Piattaforma PRODIGE per il training in realtà virtuale degli operatori di Protezione Civile e la comunicazione dei rischi ai cittadini

Durante un evento catastrofico, l'abilità del personale preposto a rispondere a tale evento è dovuta non solo ad una preesistente conoscenza/abilità, ma anche al grado di familiarità con lo scenario che si deve fronteggiare. Soprattutto in caso di eventi ad alto impatto (ma potenzialmente poco probabili), una risposta appropriata si basa sul fatto che il personale sia in grado di assolvere i compiti assegnati. Effetti psicologici di stress non previsti, dovuti al dover fronteggiare una situazione (o un ambiente) a cui il personale non è familiare, possono impattare notevolmente sulle prestazioni, portando così ad un degrado nell'efficacia dell'intervento. Scenari di training per disastri e calamità naturali dovrebbero incorporare elementi reali quali: folla, danni a infrastrutture, rumore di fondo, impedimenti visivi e uditivi, ecc. L'inclusione reale nello scenario di addestramento di questi elementi può essere costosa, pericolosa e, in alcuni casi, impossibile. La simulazione virtuale di questi fenomeni, invece, può approssimare le condizioni reali mantenendo tutti i vantaggi di un ambiente di simulazione controllato. In questo modo, è possibile addestrare il personale a rispondere a condizioni reali particolarmente stressanti, migliorando quindi la capacità di prendere decisioni in condizioni critiche.

Nonostante eventi come l'attacco terroristico dell'undici settembre a New York o l'uragano Katrina in Louisiana abbiano dato ulteriore enfasi alla preparazione degli operatori chiamati a rispondere sul campo a

eventi catastrofici e a calamità naturali, gli sforzi per l'addestramento sono ancora principalmente rivolti ai metodi tradizionali: lezioni frontali in aula, addestramento via web e esercitazioni reali. Sebbene tutte queste forme di addestramento siano ben consolidate e valide, le lezioni frontali e l'apprendimento via web mancano del realismo che può offrire l'esercitazione reale sul campo. Allo stesso tempo, le esercitazioni reali sono spesso inconsistenti a causa dell'impossibilità (per motivi di costo o di sicurezza) a raggiungere il livello di realismo che sarebbe necessario per un allenamento efficiente.

Un training efficiente è un punto fondamentale per la preparazione alla gestione di disastri e calamità naturali. La qualità, la consistenza e la frequenza dell'addestramento sono elementi indispensabili nella preparazione degli operatori. Per contro, se l'importanza del training è chiaramente riconosciuta, ci sono dei fattori che ne ostacolano la diffusione e che limitano fortemente la possibilità di addestrare adeguatamente gli operatori di pubblica sicurezza: il tempo necessario, i costi ed i limiti di sicurezza. Questo è particolarmente evidente nei casi di mobilitazione su larga scala dove la preparazione degli operatori può condizionare pesantemente la qualità dell'intervento.

Il miglioramento delle tecnologie di realtà virtuale permette di rappresentare in modo sempre più realistico le situazioni per le quali si vuole addestrare il personale, diventando così una forma di training innovativa ed integrativa rispetto a quella convenzionale. Gli ambienti simulati in realtà virtuale possono quindi offrire tutte le caratteristiche delle tecniche di training convenzionali, riducendo costi e tempi di sviluppo delle esercitazioni reali.

In particolare, la natura partecipatoria ed immersiva del training virtuale può offrire un realismo non presente nei sistemi di training in classe o via web tradizionali. Inoltre, lo sviluppo tecnologico ha ridotto i costi per supportare esercizi su larga scala, facendo così aumentare la diffusione dei sistemi di training virtuali. Numerosi enti governativi, come pure istituzioni accademiche, stanno esplorando i vantaggi (e gli svantaggi) di sistemi basati su tecnologie di realtà virtuale che possano addestrare e preparare gli operatori di pubblica sicurezza all'intervento.

L'avvento delle tecnologie di realtà virtuale può quindi colmare le lacune dei metodi di training tradizionali, offrendosi come una forma di addestramento complementare.

2.1.1. Lo stato dell'arte

Nella scorsa decade, le tecnologie di realtà virtuale sono state riconosciute come uno strumento potenzialmente utile e come una valida alternativa alle esercitazioni reali per l'addestramento del personale di pubblica sicurezza, in linea con gli obiettivi del progetto PRODIGE.

Le tecnologie virtuali in abbinamento a strategie di gaming sono state usate per la formazione degli operatori in scenari di incidenti, come ad esempio in caso di incendi (Kurenov et al.). Anche Vichitvejpaisal et al. propongono un sistema di training basato su scenari di spegnimento di incendi, simulando la vista in prima persona dei vigili del fuoco. Fuoco e fumo sono realizzati mediante sistemi particellari e ogni oggetto nell'ambiente ha una data capacità di resistenza alle fiamme, come accade nella realtà [6].

Un progetto degno di nota è Advanced Disaster Management Simulator (ADMS), un software modulare che offre la possibilità di simulare realisticamente, in ambienti virtuali, la gestione di eventi catastrofici per maturare confidenza, esperienza pratica e capacità decisionali necessarie per intervenire efficientemente in caso di eventi reali. Questo software, sviluppato da Environmental Tectonics Corporation per la città di New York, ha come caratteristiche fondamentali il multiplayer (è possibile affrontare gli scenari singolarmente o in squadra) ed il motore di simulazione fisica integrato con algoritmi di intelligenza artificiale [7]. Zhi-hui Li et al. hanno effettuato uno studio sul software ADMS e, a tal proposito, scrivono: “Gli scenari legati agli incendi che si sprigionano in cisterne di combustibile forniscono stimoli visivi, uditivi e sensoriali, i quali rendono possibile per chi si addestra impartire i comandi corretti a fronteggiare l’evoluzione dell’incendio. Il personale che si addestra è anche responsabile dello spiegamento delle forze di salvataggio e del controllo della velocità di propagazione dell’incendio” [8]. Altri punti di forza del software sono la dinamicità dello scenario in base alle azioni compiute durante la simulazione (grazie alla concatenazione di situation, decision e action) e l’estremo realismo legato agli avvenimenti.

Un altro esempio interessante è dato dal Mining Project - Virtual Reality to Train and Assess Emergency Responders [9], sviluppato a Pittsburg presso il Virtual Immersion and Simulation Laboratory (VISLab). Questo progetto aveva come obiettivo la determinazione dell’uso ottimale delle tecnologie di realtà virtuale per addestrare e valutare il personale che deve intervenire nel caso di un’emergenza in miniera (tra cui soccorritori, vigili del fuoco, minatori e responsabili).

Anche i militari utilizzano da tempo tecnologie di realtà virtuale per l’addestramento delle truppe, anche in ambito di manutenzione dei velivoli; in particolare, il progetto Military Aircraft Maintainers [10] è stato sviluppato per tecnologie VR immersive (head-mounted display), che conferiscono maggiore realismo agli scenari, garantendo di conseguenza un forte coinvolgimento ed un addestramento migliore rispetto ai tradizionali serious game a monitor.

L’addestramento basato su tecnologie di realtà virtuale per la simulazione di eventi catastrofici può essere dimensionato in funzione all’uso specifico e all’organizzazione che decide di adottare la realtà virtuale per il training. Ad esempio, gli scenari virtuali possono essere sviluppati per fornire all’utente dei **feedback istantanei** agli input ricevuti e possono permettere di **verificare l’efficienza di un piano di emergenza**, identificando così lacune e aspetti che devono essere migliorati.

Un grande lato positivo dei sistemi di training virtuali è di permettere e **facilitare l’addestramento collaborativo di personale distribuito geograficamente**; per esempio, la simulazione virtuale può fornire una piattaforma di training consistente e sincronizzata in caso di calamità naturali come terremoti e uragani che richiedono una risposta geograficamente distribuita.

I metodi tradizionali di insegnamento (come le presentazioni mediante slide) possono essere facilmente inclusi all’interno di sistemi di simulazione virtuale, rendendoli così accessibili in una nuova forma. Mentre sono evidenti i benefici che un sistema di simulazione virtuale può veicolare all’utente in termini di stimoli visivi, è importante sottolineare anche il vantaggio in termini di stimoli acustici che possono essere inseriti negli ambienti virtuali.

Rispetto ad un addestramento tradizionale, i sistemi di training basati su realtà virtuale presentano, quindi, una serie di vantaggi. Dal punto di vista ambientale, è facile presentare scenari di vita realistici che incorporano altri utenti; inoltre, è possibile gestire gli input dell'utente per fornire feedback in tempo reale. Popolando gli ambienti simulati di avatar (rappresentazione di utenti nel mondo virtuale) è possibile fornire a chi si sta addestrando dei feedback immediati; ad esempio, nel caso dell'assistenza medica, in uno scenario START (Simple Triage And Rapid Treatment), programmando opportunamente gli avatar che rappresentano i pazienti, è possibile fornire all'operatore l'indicazione di un'assistenza medica corretta o meno. Moduli comportamentali possono essere assegnati ai vari avatar per gestire le decisioni prese dal personale che si sta addestrando.

I sistemi di realtà virtuale permettono, inoltre, di **tarare il livello di difficoltà** in funzione del grado di preparazione di chi deve essere addestrato. Durante l'addestramento è possibile interagire sia con oggetti che compongono l'ambiente virtuale sia con altri partecipanti all'addestramento; l'interazione tra partecipanti (reali e virtuali) può avvenire attraverso una comunicazione testuale e/o vocale permettendo, inoltre, di simulare differenti scenari culturali e socio economici.

La simulazione virtuale può essere bloccata (messa in pausa) permettendo agli istruttori di discutere con chi si sta addestrando sul come affrontare al meglio eventi inattesi. Nel caso sia necessario, **l'esercizio può essere ripetuto** e **possono essere introdotte variazioni** controllate dall'istruttore. Le caratteristiche ambientali possono essere facilmente incorporate: edifici, vegetazione, umani e suoni sono solo alcuni degli elementi che possono essere inseriti. Si possono creare, ad esempio, scenari virtuali che addestrino sulla creazione di zone di sicurezza all'interno di aree urbane ad alta densità di popolazione, a dispetto di esercitazioni reali su larga scala che richiederebbero tempi e costi spesso troppo elevati.

Questi ultimi aspetti sono tra i maggiori benefici dei sistemi di training virtuali: le esercitazioni reali possono richiedere dei costi che sono fuori dalla portata della maggior parte delle amministrazioni. La realtà virtuale offre una valida alternativa incorporando un realismo adeguato ad una **frazione dei costi** che avrebbero le esercitazioni reali. Inoltre, la **flessibilità** dello scenario virtuale permette di simulare condizioni differenti, permettendo così di valutare i possibili risultati a fronte di differenti condizioni di simulazione.

Per ultimo, la natura digitale delle simulazioni virtuali può permettere di **archiviare i dati** per uno studio e una valutazione successiva. Questo può essere un ulteriore valore aggiunto nel caso della gestione di emergenze, in quanto permette di comprendere meglio i fenomeni comportamentali e quindi predisporre procedure di training migliorate.

Sebbene la realtà virtuale abbia dimostrato poter essere una valida alternativa alle forme convenzionali di addestramento alla gestione dei disastri, ci sono ancora una serie di sfide che devono essere vinte.

In primo luogo, va considerata la **poca familiarità con le tecnologie** di realtà virtuale da parte degli operatori: questo potrebbe precludere l'adozione di sistemi di realtà virtuale. Il personale potrebbe necessitare di un training per l'utilizzo delle tecnologie. Inoltre, la diffusione delle tecnologie VR nelle piattaforme di gaming potrebbe portare qualcuno a considerarle **meno credibili** e per questo meno utili per applicazioni professionali come l'addestramento.

Sebbene il costo dei sistemi di simulazione basati su tecnologie di realtà virtuale sia una frazione di quello delle esercitazioni reali, l'investimento iniziale per la modellazione degli scenari e la programmazione delle logiche di simulazione (che scali con il realismo voluto) può scoraggiare le amministrazioni all'investimento iniziale.

Nonostante questi ultimi lati negativi citati, si sono visti gli innumerevoli vantaggi che presenta la realtà virtuale. È importante ricordare come quest'ultima deve essere vista come uno **strumento di complemento** ai metodi di addestramento tradizionali e non come un puro sostituto.

Di seguito sono state analizzate le tecnologie VR (realtà virtuale) e AR (realtà aumentata), utili per la realizzazione degli scenari e dei dimostratori oggetto del progetto. In particolare, verranno presi in considerazione soluzioni sia hardware che software per la gestione del movimento (ad esempio mediante pedane omnidirezionali, statiche o dinamiche, oppure algoritmi per la locomozione artificiale) così come visori, sistemi per il tracciamento del corpo/della mano (basati su tute, guanti, telecamere, ecc.) e dispositivi di interazione in genere.

Locomozione

La locomozione in ambienti di realtà virtuale immersiva è uno dei problemi più complessi attualmente affrontati dai ricercatori di tutto il mondo, sia in ambito accademico che industriale. I problemi nascono dal fatto che l'utente può doversi muovere in uno spazio virtuale anche piuttosto esteso, pur trovandosi fisicamente in uno spazio di dimensioni ridotte.

Il movimento nello spazio fisico a disposizione (ad esempio, una stanza) e lo spazio stesso vengono in genere riferiti come *room scale*. In alcuni casi, l'ambiente virtuale può corrispondere a quello reale. Ad esempio, nel gioco *The Thrill of the Fight - VR Boxing* [11], l'ambiente di gioco corrisponde ad un ring; in *Chair in a Room* il gioco si svolge in ambienti della dimensione di una stanza [12]; in *Gnome and Goblins* [13] il *room scale* può arrivare fino a 7 metri (per lato). In genere, sono consigliati almeno 3 metri per un'esperienza adeguata.

Ci sono però situazioni in cui le dimensioni del mondo virtuale sono significativamente maggiori rispetto a quelle del mondo reale. Per gestire queste situazioni, è stato necessario elaborare soluzioni in grado di consentire all'utente di muoversi nell'ambiente effettuando movimenti minimi o evitando del tutto i movimenti. Le soluzioni proposte vanno in due direzioni principali: un uso efficace dell'hardware disponibile (principalmente un visore con gli eventuali sensori e controller) oltre che del *room space*, attraverso opportuni meccanismi software, oppure l'introduzione di un nuovo hardware. Con il progressivo crescere dell'interesse nei confronti della realtà virtuale immersiva, significative sono state negli ultimi mesi le attività rivolte alla realizzazione di nuove soluzioni per consentire agli utenti di muoversi fisicamente nell'ambiente virtuale. In particolare, sono in fase di realizzazione (ed in alcuni casi, già sul mercato, almeno formalmente) hardware pensati per consentire all'utente di camminare più o meno liberamente in ogni direzione pur rimanendo fermo sul posto. Tali dispositivi assomigliano (ed in alcuni casi sono derivati dalle comuni) a pedane per il fitness (cui si fa generalmente riferimento anche con i termini "tapis roulant" e "treadmill"). Diversamente dall'hardware sopra citato che, nella quasi totalità dei casi è pensato per movimenti lineari,

queste soluzioni sono pensate per consentire all'utente movimenti a 360° (sono quindi in genere riferite come "omindirectional treadmill").

Nel seguito verranno analizzate nel dettaglio le due strade sopra menzionate, rispettivamente nella Tabella 1 le soluzioni software e nella Tabella 2 le soluzioni hardware.

Metodo	Descrizione	Esempi
Locomozione artificiale	L'idea è quella di legare il movimento, ad esempio, alla pressione di un tasto o all'azionamento di uno stick del controller. Il problema principale di questa tecnica è legato al fatto che, mentre il mondo virtuale si muove, le gambe rimangono ferme, ed all'utente vengono a mancare percezioni legate a attrito, accelerazione, ecc. Vengono quindi trasmessi stimoli contrastanti al cervello, che si traducono in un effetto di disagio (nausea) noto come <i>motion sickness</i> .	Ad esempio, in Smash Hit Plunder [14], nelle prime fasi di gioco viene richiesta all'utente una valutazione del sistema di locomozione di default e, nel caso in cui questo venga ritenuto non adeguato, si va a cambiare (ridurre) la frequenza di aggiornamento della grafica (in una modalità chiamata <i>Blink mode</i> , perché corrisponde all'apertura e chiusura delle palpebre). L'effetto netto è un movimento a passi discreti (scatti in avanti) nel mondo virtuale. Un altro modo di ridurre l'effetto è noto come <i>tunnelling</i> [15], una tecnica nella quale all'utente viene mostrato solo parte del movimento nello spazio virtuale. In particolare, nella regione al centro del campo di vista (circa 1/6 dell'area disponibile) viene effettivamente riprodotto il movimento. Il resto del campo di vista rimane invece ancorato alla posizione di partenza, per poi cambiare solo nel momento in cui l'utente ha raggiunto il punto voluto e si ferma (o viene premuto un tasto).
Teleporting	Si tratta di un approccio utilizzato a lungo per consentire all'utente di muoversi in un mondo virtuale (ed è ancora considerato come uno standard "de facto") evitando o quantomeno limitando di molto il fenomeno del motion sickness	La selezione viene evidenziata con un qualche effetto visivo. In Budget Cats [16] viene utilizzato uno strumento virtuale che fa comparire, nel punto indicato, una bolla (una sorta di "portale") con la quale esplorare l'intorno del punto prima di spostarsi,

Metodo	Descrizione	Esempi
	<p>L'idea è quella di individuare un'area/un punto nel mondo virtuale indicandola/o, ad esempio, con il controller. Una volta selezionato il punto, si preme un tasto e ci si trova trasportati in quel punto.</p> <p>Il teleporting è una tecnica generalmente considerata efficace per grandi ambienti, tuttavia non restituisce una completa esperienza di esplorazione.</p>	<p>eventualmente. Soluzioni simili sono state adottate in altri giochi, come The Lab [17], Raw Data [18], ecc.</p>
Locomozione artificiale e sensori	<p>Si prevede lo spostamento compiendo dei movimenti con i sensori ed ha come scopo quello di ridurre l'effetto di motion sickness. L'idea è quella di sfruttare un maniera più efficace il/i controller generalmente disponibili nei comuni ambienti di realtà virtuale immersiva.</p>	<p>Uno dei primi prodotti ad implementare una soluzione software di locomozione artificiale in grado di consentire un movimento continuo senza indurre, stando alle numerosissime revisioni, un effetto di motion sickness è Onward [19]. Infatti, in questo gioco ci si sposta nell'ambiente virtuale utilizzando il controller sinistro e puntandolo nella direzione in cui ci si vuole muovere (disaccoppiando quindi in maniera efficace la direzione di movimento da quella di vista). Spostando lo stick avanti/indietro si inizia a camminare (avanti/indietro). Spostandolo a sinistra/destra si trasla a sinistra/destra (equivalente di un passo a sinistra/destra). Tenendo premuto lo stick, si passa ad una velocità di movimento più elevata (poco percepibile/utilizzata, in genere il movimento è piuttosto lento). Il cervello sembra apprendere piuttosto velocemente l'esistenza di una relazione (introdotta artificialmente nel gioco) tra l'angolo della mano (del polso) e la direzione di movimento (è un qualcosa di molto simile a quello che avviene controllando il puntatore del mouse).</p>
Locomozione artificiale e	<p>Un approccio alternativo (anche se in parte complementare, visto l'uso di</p>	<p>Nella demo Hallway [20] lo spazio a disposizione viene sfruttato in maniera</p>

Metodo	Descrizione	Esempi
room scale	<p>controller, ecc.) consiste nello sfruttare al meglio lo spazio a disposizione nell'ambiente reale (la locomozione viene spesso riferita come "non Euclidea").</p> <p>Con questa tecnica l'utente ha l'impressione di muoversi in spazi anche molto estesi (può ad esempio esplorare un intero edificio, spostandosi da una stanza all'altra tramite i suddetti corridoi) muovendosi tuttavia su di un percorso chiuso (ciclico) all'interno dell'ambiente reale.</p>	<p>diversa: l'utente si sposta in un lungo (infinito) corridoio virtuale, che viene fatto lentamente ruotare ad ogni passo. Questo porta l'utente a compensare il movimento ruotando nell'altra direzione, seguendo un percorso circolare nell'ambiente reale e senza mai raggiungerne gli estremi. Si tratta di una tecnica di locomozione che richiede di sviluppare l'ambiente virtuale e la logica di gioco/interazione attorno alla tecnica stessa.</p>
Cambio di visuale stimoli sensoriali	<p>Un tecnica alternativa per limitare i fenomeni di motion sickness consiste nel sostituire la visuale in prima persona con una visuale, ad esempio, di tipo God's view. In questo caso, l'utente vede il mondo virtuale come una sorta di diorama nel quale si trova il suo avatar.</p>	<p>La posizione della camera può cambiare, come mostrato in giochi come Lucky's Tale [21], Adventure Time [22], Mithos of the Worlds Axis [23], etc.</p> <p>Esistono poi tecniche che si basano sull'invio di ulteriori stimoli al cervello umano, per indurre in maniera controllata le sensazioni tipiche del movimento. Ad esempio, nella soluzione chiamata Entrim 4D viene utilizzato il suono [24].</p>

Tabella 1: Soluzioni software

Nome	Immagine	Base	Sensori	Movimenti	Compatibilità	Scarpe
Omni (Virtuix)		Concava	Da montare sulle gambe	Camminare in avanti e indietro, correre, sedersi	SDK per Unity3D e Unreal Engine	Richiede scarpe ad hoc

Nome	Immagine	Base	Sensori	Movimenti	Compatibilità	Scarpe
Virtualizer (Cyberith)		Piatta	Nella pedana, rilevano movimento e velocità dei piedi e altezza dell'utente	Camminare in avanti e indietro, correre, accovacciarsi, sedersi e saltare	SDK per C++ e C#, plugin per Unity3D ed Unreal Engine	Richiede sovrascarpe
Kat Walk (Kat VR)		Concava	-	Estrema libertà di movimento, sistema di supporto dell'utente	-	Richiede scarpe ad hoc
ROVR (WizDish)		Concava	Nella base	Camminare, correre e salire le scale	Unity3D e Unreal Engine tramite applicazione in ascolto su porta audio del PC	Richiede scarpe ad hoc o sovrascarpe
Vue VR Treadmill (Vue Technologies)		Concava	-	-	-	Richiede scarpe ad hoc
Infinadeck Treadmill (Infinadeck)		Piatta	-	Camminare in avanti e indietro, correre (velocità max. 6 mph)	-	Non richiede scarpe speciali

Nome	Immagine	Base	Sensori	Movimenti	Compatibilità	Scarpe
Omnideck (Omnifinity)		Piatta, motori	Sistema tracking esterno	di Estrema libertà movimento, possibilità di sdraiarsi, corsa a circa 5 mph	HTV Vive e Unity3D	Non richiede scarpe speciali
SW3000 (SpaceWalker VR)		Piatta, motori	Nella pedana	Camminare e correre	Oculus Rift, HTC Vive, Gear e Google Cardboard	Non richiede scarpe speciali

Tabella 2: Soluzioni hardware

Le numerose soluzioni software disponibili lasciano intendere come non esista una tecnica che possa essere considerata, in ogni situazione, superiore alle altre. Solo in base ad un'analisi dettagliata dello scenario in cui dovrà essere implementata, si può considerare una tecnica migliore rispetto ad un'altra.

Riguardo invece all'approccio basato sull'impiego di pedane omnidirezionali, si segnala come, nonostante l'alto numero di soluzioni finora proposte, poche siano effettivamente acquistabili.

Visori

Negli ultimi anni, il numero di visori per la realtà virtuale ed aumentata disponibili o annunciati è aumentato a dismisura, e sono sempre più numerose le aziende che cercano di conquistare un segmento di mercato con il proprio prodotto.

Nella seguente Tabella 3 saranno presentate le principali soluzioni già acquistabili o di prossima introduzione, senza distinguere, almeno in prima istanza, tra quelle per la realtà virtuale e quelle per la realtà aumentata. Tale scelta è motivata dal fatto che, con opportuni accorgimenti, in alcuni casi e per alcune applicazioni, le soluzioni di un tipo possono essere trasformate (adattate, o integrate) nelle altre.

Nome	Immagine	VR/AR	HW	Sensori integrati	Compatibilità
HTC Vive		VR	PC	Accelerometro, giroscopio, camera frontale	Vive SDK, Unity3D, Unreal Engine, SteamVR
Oculus Rift		VR	PC	Accelerometro, giroscopio, magnetometro, IR	Oculus SDK, Unity3D, Unreal Engine
Playstation VR		VR	PS4	Accelerometro, giroscopio, magnetometro	Ambiente di sviluppo PS4
Cardboard		VR	Smartphone	In base al prodotto considerato	Google VR SDK, Unity3D, Unreal Engine, ecc.
Gear VR		VR	Samsung Note 5, S6, S7	Accelerometro, giroscopio, magnetometro, sensore di prossimità	Oculus mobile SDK, Unity3D, Unreal Engine
OSVR		VR	PC	Accelerometro, giroscopio, magnetometro, camera IR per tracking posizionale	Open source, Unity3D, Unreal Engine, SteamVR, ecc.
FOVE		VR	PC	Sensori inerziali, camera IR per tracking posizionale, camere per eye tracking a 120 Hz	SDK, Unity3D, Unreal Engine, SteamVR

Nome	Immagine	VR/AR	HW	Sensori integrati	Compatibilità
STARVR		VR	PC	Sensori inerziali e tracking ottico ad altissima precisione	
Claire 22M		VR	PC	Sensori inerziali (12M)	API disponibili
Sulon Q		VR+AR	Nessun HW aggiuntivo	Accelerometro, giroscopio, magnetometro, mappatura dell'ambiente per tracking posizionale	API Vulkan 12, DirectX 12 e LiquidVR13 di AMD
Bridge		VR+AR	iPhone	Sensori inerziali, sensore depth e mappatura dell'ambiente per tracking posizionale	Unity3D
Hololens		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali, 4 camere per la mappatura dell'ambiente, sensori per la realtà mista, 4 microfoni e sensore di luce ambiente	Windows 10, Unity3D,
Moverio BT-300		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali, camera 5MP, AGPS, sensore di luce ambiente	Android

Nome	Immagine	VR/AR	HW	Sensori integrati	Compatibilità
Meta 2		AR	PC	Sensori inerziali, camera 720p, mappatura dell'ambiente per tracking posizionale, interazione con le mani	Unity3D (Windows, attesa versione Mac)
Vusix AR3000		AR	Nessun HW aggiuntivo	Due camere HD, una per il tracking della mano	PC, smartphone e tablet
Vusix M100		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali e per il riconoscimento dei gesti, telecamera 5MP	SDK, Android, iOS (Unity3D)
Recon Jet		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali, GPS, temp., pressione, IR	Intel SDK (Windows, Mac)
ORA-2		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali, camera 5MP, sensore luce ambiente	Android
SmartEyeglass		AR	Nessun HW aggiuntivo	Sensori inerziali, camera 3MP, luce ambiente	Sony SDK

Tabella 3: Visori VR e AR

Guanti e tracciamento della mano

Una delle componenti essenziali di una soluzione di realtà virtuale ed aumentata è rappresentata dall'interazione gestuale. Nella Tabella 4 sono riportate le principali soluzioni indossabili in commercio oppure ancora in fase di sviluppo pensate per gestire l'interazione dell'utente attraverso le mani. Non sono considerate soluzioni che prevedano la strumentazione dell'ambiente di lavoro (es. Microsoft Kinect, VicoVR Controller, ecc.).

Nome	Immagine	Sensori	Conessioni	Compatibilità	Altro
Manus VR		Due sensori per dito, sensore aggiuntivo per le rotazioni del pollice	Wireless a bassa latenza (< 5 ms)	Compatibile con HTC Vive, Samsung Gear, OSVR, Unity3D, Unreal Engine, Windows, Android.	Tracking del braccio, feedback aptico (motore), lavabili, durata della batteria 8 ore
Gloveone		Sensori inerziali per l'orientamento della mano, un sensore (bande) per dito per il tracciamento delle dita	Bluetooth (bassa latenza), USB (bassissima latenza)	HTC Vive, Oculus Rift, Gear VR, OSVR	Feedback aptico (10 motori) per un'esperienza virtuale il più simile possibile a quella reale

Nome	Immagine	Sensori	Connessioni	Compatibilità	Altro
VGM Lite		Sensori inerziali per il tracking della mano, 5 sensori (bande) uno per dito	Bluetooth	SDK, librerie C++, API per VRML/Cosmo	Durata della batteria 4 ore
VGM 30 (Plus)		2 sensori per dito, 4 sensori di abduzione, 1 sensore sul palmo, 1 sensore sul pollice, 5 sensori di pressione, sensori inerziali per il tracciamento della mano	WiFi	SDK, librerie C++, API per VRML/Cosmo. Plugin per Unity3D ed Unreal Engine.	Nella versione plus feedback aptico (un motore per dito), durata della batteria 4 ore
Hi5 Glove		Tracking completo della mano con sensori inerziali. Tracking assoluto se usato in combinazione con Vive Tracker.		Librerie C++, supporto per Unity3D ed Unreal Engine.	
Hands Omni					Feedback aptico (sistema di camere d'aria)

Nome	Immagine	Sensori	Conessioni	Compatibilità	Altro
Dexmo		Esoscheletro, registrati 11 gradi di libertà		SDK, supporto per Oculus Rift, HTC Vive, Hololens	Maggior robustezza e realismo rispetto a soluzioni basati su sensori inerziali e motori vibrotattili
Data Glove Ultra		1 o 2 sensori (bande) per dito	USB, Bluetooth opzionale	SDK per Windows (C++ e C#), Linux (C++) e Mac, plugin per Autodesk MotionBuilder e 3D Max Studio 6	Durata della batteria 8 ore
Cyberglove		Versioni a 18 e 22 sensori (2 bande per dito, numero variabile di sensori di abduzione, sensori sul pollice, sul piano e sul polso)	Cyberglove II utilizza dongle USB-wireless 2.4 Ghz, Cyberglove III 802.11g	Windows 2000 e XP	Risoluzione < 1 grado, durata della batteria 2-3 ore
Leap Motion		Telecamere IR	USB (al PC o al visore HTC Vive / Oculus Rift)	Unity3D ed Unreal Engine, SDK per applicazioni desktop	Kit di montaggio per visori per la realtà virtuale, latenza prossima a zero, volume di tracking 180° x 180°

Nome	Immagine	Sensori	Connessioni	Compatibilità	Altro
Unlimited Hand		Sensori inerziali, sensori EMG per il tracking delle dita	Bluetooth	Windows, Mac, Arduino	Feedback aptico basato su elettrostimolatori muscolari
MYO		Sensori EMG ed inerziali	Bluetooth	SDK per Windows, Mac, iOS, Android	Gesti riconosciuti: spostamento nella mano, pinch, mano aperta, mano chiusa, polso verso sinistra, polso verso destra, rotazione, feedback aptico, durata della batteria un giorno

Tabella 4: Guanti e tracciamento della mano

Tute e tracciamento del corpo

Seppure le mani rappresentino, sempre più, uno strumento di interazione considerato di importanza primaria dagli sviluppatori di soluzioni per la realtà aumentata, esistono già in commercio alcune soluzioni per gestire l'interazione attraverso l'intero corpo. Nel seguito (Tabella 5) saranno riportate alcune delle soluzioni indossabili in commercio oppure ancora in fase di sviluppo in grado di supportare l'interazione utente attraverso il corpo.

Nome	Immagine	Sensori	Connessioni	Compatibilità	Altro
Perception Neuron		Kit da 18 o 32 "neuron" (sensori inerziali a 9 gradi di libertà)	WiFi o USB	SDK, API C/C++, supporto per Unity3D ed Unreal Engine	Streaming BVH, informazioni a 60 o 90 Hz, < 1 o 2 gradi

Nome	Immagine	Sensori	Connessioni	Compatibilità	Altro
Tesla Suit		Sensori inerziali	Bluetooth	Previsti SDK per Windows, Linux, Android, iOS	Elettrodi per la stimolazione
MVN Awinda		Fino a 17 sensori inerziali wireless a 60 Hz	Connessione wireless	MVN Studio e MVN Studio Pro, plugin per Autodesk MotionBuilder, Maya, Unity3D ed Unreal Engine	17 batterie, latenza 30 ms, durata delle batterie 6 ore, fasce di velcro per il montaggio dei sensori e zaino
MVN Link		17 sensori inerziali wireless a 240 Hz	Cavo	MVN Studio e MVN Studio Pro, plugin per Autodesk MotionBuilder, Maya, Unity3D ed Unreal Engine	1 batteria, latenza 20 ms, durata della batteria 9.5 ore, tuta in lycra

Tabella 5: Tute e tracciamento del corpo

Software

Sul mercato sono presenti varie tipologie di software che consentono la realizzazione di serious game. Uno dei più avanzati è stato sviluppato dalla società francese CRISE ed è attualmente già utilizzato per la formazione degli operatori di sicurezza civile.

Di seguito è riportata un'analisi dettagliata del software EVE© (Enhanced Virtual Environment), un simulatore di ambiente operativo modulare e mobile, basato sulla realtà virtuale.

I moduli della suite EVE © sono i seguenti:



Figura 2: Moduli della suite EVE©

Tra i differenti plug-in, possiamo evidenziare i moduli VULCAIN, NRBCE et SICSUR.

Il primo è un simulatore tattico concepito per la formazione nazionale dei Vigili del Fuoco nella gestione degli strumenti in grado di contrastare gli incendi boschivi.

VULCAIN permette di riprodurre in tempo reale incendi che interessano migliaia di ettari e dispositivi di lotta aero-terrestre.



Figura 3: Scenario con plug-in VULCAIN

Il secondo modulo, NRBCE (nucleare, radiologico, biologico e chimico/esplosivo), va a beneficio della formazione dei consulenti tecnici e dei capi delle cellule mobili di intervento, per quanto riguarda le azioni di formazione riguardanti i rischi chimici e batteriologici e le relative minacce.

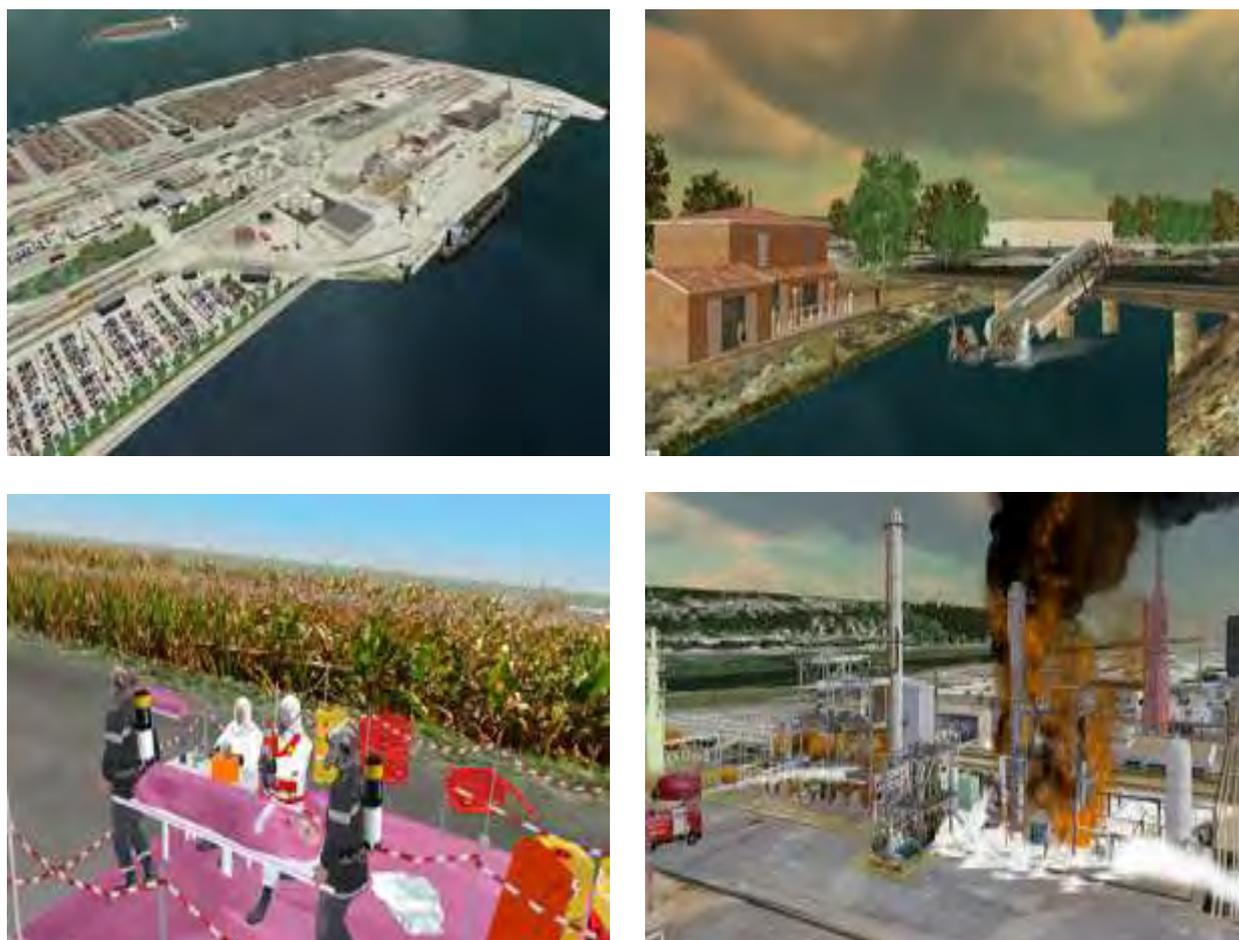


Figura 4: Scenari con plug-in NRBCE

L'ultimo modulo, SICSUR, è dedicato alla formazione e all'aggiornamento della preparazione della catena di comando che gestisce le operazioni, dal capo gruppo al capo dei soccorsi. SICSUR è costituito da un numero di postazioni (da 2 a più di 10) per gli utenti, unite a collocazioni previste per gli istruttori, tutte collegate in rete.

Gli ambienti in realtà virtuale vengono riprodotti con elevato grado di fedeltà, garantendo un'esperienza di intervento simile alla realtà, ottenuta anche grazie all'utilizzo delle informazioni cartografiche di SDIS (Città di Marsiglia, regione parigina, settore di Bouches-du-Rhône...).



Figura 5: Scenario con plug-in SICSUR

Per quanto riguarda l'aspetto mobile della piattaforma EVE© acquisita dallo SDIS 04, si tratta di una piattaforma di simulazione installata su un gruppo di 5 PC portatili e 2 tablet. I dispositivi possono essere facilmente trasportabili tramite flycase che possa contenere accessori e documentazione pedagogica. In questo modo, lo strumento di formazione è utilizzabile direttamente nello specifico centro di soccorso.



Figura 6: Piattaforma EVE© acquisita da SDIS 04

Lo scopo principale del software EVE© è quello di proporre un supporto dinamico di formazione per il personale incaricato della gestione delle operazioni di soccorso, che abbia caratteristiche il più possibile realistiche, comandabile dalle specifiche organizzazioni, per fronteggiare in maniera ottimale una situazione di crisi.

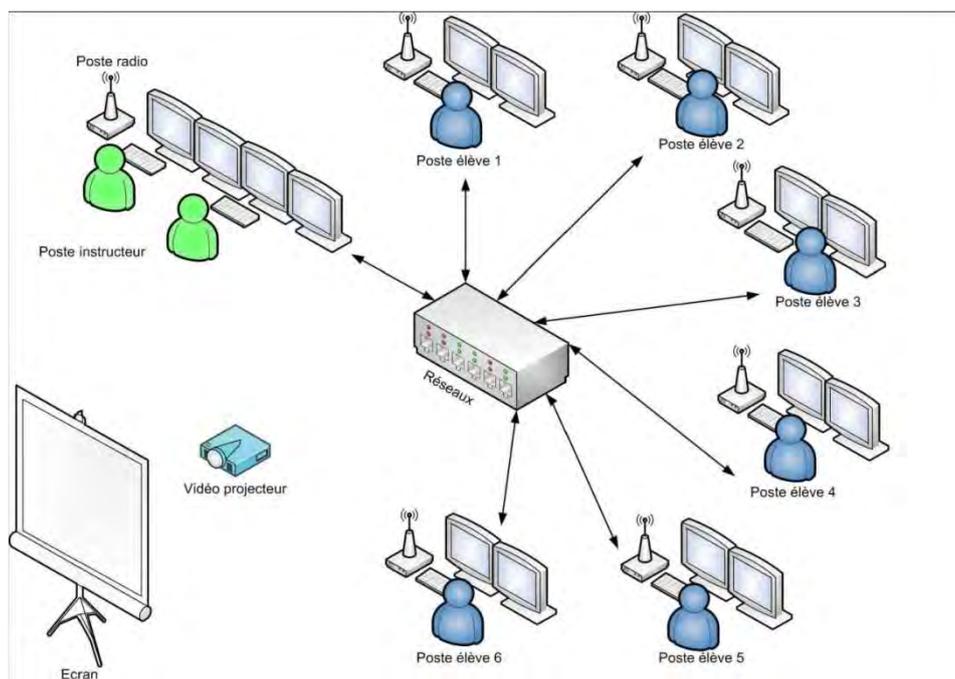


Figura 7: Schema dei principali funzionamenti delle logiche di EVE©

Il software utilizza una logica master/slave, in grado di ricreare virtualmente, attraverso visualizzazione digitale 3D in tempo reale, le condizioni ambientali ed operazionali di un intervento di emergenza.

Il software EVE© si inserisce all'interno di una logica di miglioramento continuo per la formazione del personale. Le simulazioni realizzate attraverso al logica EVE© possono comprendere da 2 a numerose decine di utenti in funzione del numero di postazioni.

La filosofia adottata è quella della realtà virtuale multiplayer, che consiste nel collegare tra loro gli allievi, e permettere l'interazione in tempo reale in uno scenario virtuale comune condiviso, ovvero una ricostruzione 3D realizzata dall'insegnante, sperimentando l'evoluzione del sistema a seguito delle differenti azioni.

Il simulatore riproduce la carta geografica, temporale, fenomenologica ed operativa della crisi. All'interno di questo ambiente, gli allievi sono invitati ad esercitare azioni di comando, organizzazione e gestione delle operazioni di emergenza, considerando diversi livelli di responsabilità e difficoltà. Per assicurare tale obiettivo a livello tecnico, le postazioni sono collegate in rete tra loro.

La postazione istruttore può disporre di 1 o più schermi a seconda delle opzioni. Altoparlanti, tastiere, mouse, joystick completano la dotazione hardware.

La postazione dispone di una logica di visualizzazione e controllo che permette di controllare e padroneggiare tutti gli aspetti della simulazione, dalla creazione dello scenario fino alla fase di de-briefing.

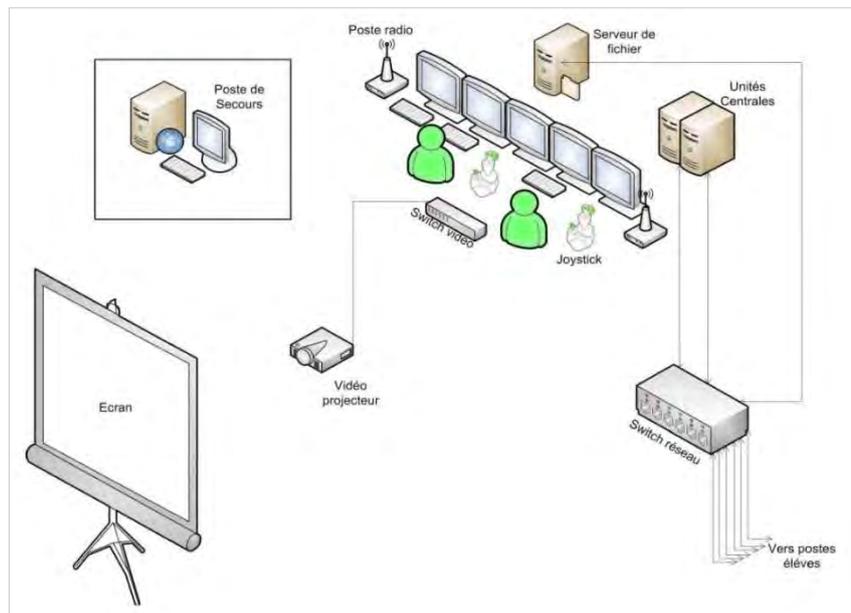


Figura 8: Schematizzazione postazione istruttore

EVE© ha una potente capacità di creazione di scenari 3D. Queste funzionalità sono implementate nella postazione istruttore durante la fase di preparazione dell'esercitazione stessa e durante la fase di azione, in misura ridotta.

La fase di modifica permette all'istruttore di:

- Creare e personalizzare gli ambienti 3D;
- Progettare scenari operativi;
- Archiviare e salvare sia gli ambienti che gli scenari precedentemente creati.

Il processo di creazione degli scenari è poi facilitato dal processo di capitalizzazione che permette all'utilizzatore finale, durante tutte le fasi di progettazione, di risparmiare elementi riutilizzabili ed arricchire la libreria di oggetti 3D.

Durante la fase di esercitazione, l'animazione dello scenario virtuale è basata sull'inserimento dinamico di oggetti 3D all'interno dell'ambiente e sull'impostazione e il controllo di questi elementi (evoluzione dell'evento, vittime, mezzi, etc.) attuando modifiche dinamiche in funzione delle scelte decisionali prese dagli allievi e/o degli obiettivi didattici.

L'istruttore può così facilmente, ed in anticipo, creare ed eseguire delle animazioni nonché far evolvere lo scenario nella maniera più realistica possibile e quindi salvare tutti gli sviluppi in un file. L'esercitazione potrà quindi essere riutilizzata durante le varie simulazioni annuali.

Come qualsiasi attività di sviluppo, la creazione di scenari può basarsi su un meccanismo di feedback che permette di migliorare certi aspetti non adeguatamente completi.

È quindi importante prevenire un tale meccanismo per migliorare:

- Il realismo;
- La considerazione delle azioni dei partecipanti;
- La rappresentazione degli elementi significativi;
- L'interazione tra i partecipanti;
- La facilità d'animazione.

In conclusione, il simulatore EVE© presenta innumerevoli vantaggi:

- Offre scenari multiutente collegando 20 pc o più in rete. Qui, i differenti attori che intervengono in una situazione di crisi possono agire simultaneamente e ognuno può vedere gli altri che agiscono in tempo reale, così da poter anche combinare le varie azioni. Per esempio, in uno scenario d'incendio, gli effetti delle azioni di estinzione realizzati da diversi veicoli si accumulano andando ad incidere sulla propagazione dell'incendio (ad esempio una semplice diminuzione dell'intensità delle fiamme a seguito dell'azionamento di un unico dispositivo o l'azione di un gruppo di intervento sortiranno effetti differenti). Così, la piattaforma EVE© permette l'addestramento congiunto di diversi livelli della catena di comando dei Vigili del Fuoco, e l'addestramento dei vari servizi coinvolti nella gestione della crisi (Vigili del Fuoco, prefetture e autorità comunali, forze di polizia nazionali e locali);
- È una piattaforma già sperimentata nell'ambito della sicurezza civile. Le applicazioni condotte da numerosi anni hanno portato i suoi sviluppatori ad apportare regolarmente dei miglioramenti, basandosi sui feedback ottenuti dagli utenti, così da soddisfare al meglio le loro esigenze, integrando le nuove tecnologie presenti sul mercato di volta in volta;
- Integra al proprio interno VULCAIN, un engine fisico 3D per la propagazione delle fiamme. Ciò ha portato contemporaneamente alla possibilità di simulare lo sviluppo del fronte di incendio in funzione del rilievo, della vegetazione e delle condizioni meteo, così come lo sviluppo di fumi (dinamici e parametrizzabili). VULCAIN integra anche l'impatto che il fuoco ha sulla vegetazione e sulle infrastrutture;
- Permette la realizzazione di scenari multirischio, come ad esempio l'arrivo di un incendio forestale nei pressi di un sito industriale dove sono depositati prodotti chimici e tossici;
- Offre una libreria composta da numerosi prodotti, veicoli (come ad esempio aerei), e vari avatar (attrezzati secondo la natura delle diverse situazioni che si vengono a generare).

2.1.2. La Piattaforma

Come anticipato nei capitoli precedenti, la realtà virtuale utilizza nuove tecnologie per riprodurre avvenimenti ed effetti che permettano di creare un quadro interattivo il più possibile vicino all'esperienza reale. L'obiettivo primario è quello di ricreare con il maggior grado di realismo possibile ogni tipologia di evento e i relativi sviluppi di ogni singola azione o interazione.

All'interno dello scenario virtuale, gli utenti sono in grado di interagire con il sistema tramite interfacce uomo/macchina realizzando azioni e decisioni. È quindi indispensabile prevedere con elevato grado di affidabilità l'evoluzione degli eventi e le rappresentazioni associate.

Nell'ambito della gestione delle emergenze è fondamentale permettere ai differenti attori della catena decisionale di lavorare in stretta sinergia per aumentare efficienza e rapidità di risposta. Lo strumento della realtà virtuale è particolarmente adatto a riprodurre avvenimenti complessi come una situazione di crisi.

Il progetto Prodige si innesta in questo contesto, con la realizzazione del dimostratore di una **piattaforma di realtà virtuale** associata ad un **sistema di raccolta dati dal territorio e comunicazione bidirezionale con la popolazione**, per accrescere l'efficacia della prevenzione dei rischi e della gestione delle emergenze a livello transfrontaliero e per migliorare la formazione e l'addestramento degli operatori di protezione civile in Italia e in Francia. Da un punto di vista pratico la piattaforma PRODIGE può essere definita come un **insieme di dispositivi hardware e software interconnessi ed interfacciati tra loro in modo da consentire la progettazione, la realizzazione e la fruizione di scenari virtuali immersivi**. Tali scenari sono orientati ad aumentare la capacità degli operatori di cooperare e di proporre soluzioni condivise adattate a contesti diversi, influenzando positivamente il successo della risposta operativa.

La piattaforma PRODIGE rappresenta di fatto un dimostratore delle possibilità che la realtà virtuale offre nel campo dell'emergency management, nonché il primo vero mattone verso la creazione di una infrastruttura tecnologica condivisa in grado di operare simultaneamente su tutto il territorio transfrontaliero. È evidente che l'investimento necessario per conseguire l'obiettivo di una completa interoperabilità italo-francese va ben oltre l'effort di un progetto di breve durata come PRODIGE; tuttavia, la piattaforma PRODIGE ha disegnato la strada verso tale obiettivo, rendendo possibile il suo raggiungimento negli anni a venire attraverso le attività di follow-up che seguiranno il progetto.

2.1.2.1. Obiettivi strategici

L'obiettivo principale del progetto PRODIGE è quello di migliorare la capacità di gestione delle crisi transfrontaliere e di permettere ai differenti enti italiani e francesi di utilizzare metodi e strumenti condivisi.

Nel dettaglio, la logica della piattaforma si basa sul conseguimento di 5 obiettivi strategici:

- supportare il training degli operatori di protezione civile italiana e francese;
- realizzare un ambiente multi-mediale che riproduca la realtà in modo realistico ed immersivo;

- consentire la partecipazione simultanea di più “giocatori”, dando la possibilità a tutti di vedere le azioni di tutti in tempo reale;
- supportare la sensibilizzazione dei cittadini e l’*enforcement* delle procedure di sicurezza.

La piattaforma è stata realizzata in quattro fasi temporali:

- Analisi dello stato dell’arte delle tecnologie hardware e software disponibili sul mercato VR (Virtual Reality), con individuazione di vantaggi e svantaggi ed elementi di forza rispetto agli obiettivi previsti nel progetto PRODIGE;
- Individuazione dei dispositivi e dei software più adeguati, acquisizione, installazione ed interfacciamento, con l’obiettivo di costruire un ambiente operativo in grado di realizzare varie tipologie di scenari VR (Virtual Tour, Video 360, Serious Games, etc.), e renderle fruibili in ambienti virtuali immersivi;
- Realizzazione di quattro scenari VR per “allenare” gli operatori di protezione civile ed i cittadini a rispondere adeguatamente in differenti situazioni di emergenza;
- Costruzione di un modulo integrativo di comunicazione per supportare lo scambio di informazioni con i cittadini, attraverso strumenti quali un mezzo Hot-spot satellitare per creare “bolle” di rete WI-FI, e uso dei social network.

2.1.2.2. Struttura e Features

Come precedentemente accennato, la piattaforma PRODIGE è stata basata sulla logica di consentire la **progettazione**, la **realizzazione** e la **fruizione** di scenari virtuali immersivi. Nello specifico, saranno quindi necessari:

- Sistemi informatici che includano:
 - Una fedele rappresentazione del terreno, delle geometrie e degli ambienti (tramite sistemi di texturing e geolocalizzazione);
 - Una capacità di calcolo che permetta di modellizzare gli eventi e le loro conseguenze/sviluppi in tempo reale ed in funzione delle differenti interazioni/decisioni;
 - Delle interfacce grafiche che permettano di visualizzare gli scenari ricostruiti a partire dagli elementi precedenti (terreno, avvenimenti, effetti delle azioni e decisioni).
- Interfacce uomo/macchina adatte agli elementi da riprodurre (feedback, suono, spostamenti, etc.).

Nella Tabella 6 seguente vengono descritte le tre fasi sopra citate, dettagliando i principali dispositivi hardware e software integrati nella piattaforma.

	Progettazione	Realizzazione		Fruizione
		Acquisizione dei dati	Costruzione degli scenari	
Cosa si intende	Definizione degli obiettivi e dei contesti da riprodurre	Acquisizione di dati sugli elementi fisici che si intende modellare: territorio, edifici, oggetti, persone, ecc.	Modellizzazione degli elementi in 3D	Resa disponibile degli scenari virtuali in modalità immersiva
Che modalità esistono	Contatti istituzionali con gli Enti di riferimento, osservazioni sul campo, ricerca bibliografica	Laser scanning, fotogrammetria, fotografia 360, fotografia classica	Disegno digitale, Texturing, modellazione, costruzione di “mesh” a partire da nuvole di punti	Uso di visori e dispositivi di generazione di input fisici, comandabili con le mani, le gambe, il corpo
Che strumenti HW e SW sono stati integrati	-	<ul style="list-style-type: none"> • Telecamere Samsung Gear 360 • Telecamere Ricoh Theta • Laserscanner Faro • Fotocamere digitali • Tuta Neuron • 	<ul style="list-style-type: none"> • Unity • 3Dmax • Autocad • Blender • Adobe Creative Cloud: • After Effects + Skybox studio • Premiere • Photoshop • Illustrator • Fuse • Workstation • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • HTC Vive • Oculus Rift • Omnidirectional Treadmill Cyberith Virtualizer • Cardboard • Samsung Gear VR • Smart phone Samsung s7 • guanti Gloveone • Gamepad • Leap Motion • Smart Tv •

Tabella 6: Fasi piattaforma PRODIGE

Attraverso la Piattaforma sono stati realizzati quattro *Scenari Pilota* in ambiente virtuale, con l’obiettivo di sperimentare diverse combinazioni di situazioni di emergenza (incendi, inondazioni, ecc.) e di contesti territoriali (parchi, montagne, strade, ecc).

Gli scenari francesi (che verranno descritti nel paragrafo successivo) sono stati realizzati tramite il software EVE©, che è stato migliorato con l'integrazione degli head-mounted display e con l'acquisizione degli ambienti tramite laser scanner e fotogrammetria digitale. Ciò ha permesso di addestrare le squadre rendendo la simulazione ancora più realistica e performante e allineandola in toto con gli obiettivi del progetto.

2.1.3. Gli scenari pilota

Gli scenari sviluppati in PRODIGE sono fruibili con la piattaforma e presentano ciascuno caratteristiche tecniche differenti, con l'obiettivo di dimostrare i diversi elementi di eccellenza che la piattaforma VR permette di integrare.

In particolare, sono stati realizzati 4 scenari:

- Esondazione presso il parco fluviale gesso e stura in provincia di Cuneo;
- Flash Flood (Crue torrentielle) e incidente stradale presso Saint-Paul-Sur-L'ubaye;
- Sversamento di sostanze chimiche nell'area del Colle della Maddalena;
- Incidente in aeroporto con formazione di nube tossica, che investe un area affollata.

Nel seguito i quattro scenari vengono descritti nel dettaglio, evidenziando i punti di forza e le eccellenze tecniche.

Esondazione presso il parco fluviale Gesso e stura in provincia di Cuneo



Figura 9: Parco fluviale Gesso e Stura scansionato



Figura 10: Modello 3D del parco fluviale Gesso e Stura

Questo scenario simula un rischio idrogeologico per una possibile esondazione nell'area del Parco. In una situazione di allerta 2 (ovverosia di pre-allarme e criticità moderata) la pista ciclabile che costeggia il torrente Gesso rimane aperta al pubblico.

A seguito di un improvviso peggioramento della situazione meteo la soglia di allerta viene innalzata a 3 (cioè di allarme e criticità elevata): vengono quindi attivate le procedure di Protezione Civile per la chiusura al pubblico e l'evacuazione dell'area.

L'operatore arriva sul posto e procede all'evacuazione delle persone presenti e alla chiusura degli accessi. Dopo aver perlustrato l'area, presidia gli ingressi mantenendosi in contatto con il Centro Operativo Comunale.

Lo scenario presenta i seguenti elementi distintivi:

- grafica immersiva;
- possibilità di interagire con oggetti;
- navigazione attraverso pedana treadmill e/o corsa sul posto;
- sistema di valutazione automatica degli errori.



Figura 11: Dettaglio modello 3D parco fluviale Gesso e Stura



Figura 12: Dettaglio modello 3D parco fluviale Gesso e Stura



Figura 13: Dettaglio modello 3D veicolo protezione civile



Figura 14: Dettaglio contatore errori serious game

Flash Flood e incidente stradale presso St. Paul sur-L'ubaye



Figura 15: Dettaglio scenario Saint-Paul-Sur-Ubaye

Lo scenario prevede il recupero del conducente di un veicolo da diporto, trascinato da una flash flood verso un ponte a metà del fiume Riou Sec, nei pressi di St. Paul-sur-Ubaye. Le pareti del ponte impediscono al mezzo di cadere nel fiume e l'autista è bloccato all'interno, poiché la forza dell'acqua impedisce l'apertura della porta.



Figura 16: Dettaglio veicolo bloccato nello scenario di Saint-Paul-Sur-Ubaye

Vengono allertati i soccorsi, un equipaggio di servizio dotato di imbracatura e corda si occupa di ormeggiare il veicolo, mentre il conducente viene prelevato da un elicottero della Protezione Civile.



Figura 17: Dettaglio soccorsi nello scenario di Saint-Paul-Sur-Ubaye



Figura 18: Dettaglio soccorsi nello scenario di Saint-Paul-Sur-Ubaye

Lo scenario di St. Paul sur-L'ubaye presenta i seguenti elementi distintivi:

- Interazione simultanea multiplayer (fino a 40 giocatori);
- Georeferenziazione;
- Disponibilità di “librerie di oggetti 3D” legati alla protezione civile (veicoli, sonde, cartelli, transenne, ecc.);
- Possibilità di guidare veicoli di terra ed aria (elicotteri);



Figura 19: Dettaglio interno veicolo di soccorso

- Disponibilità di una “cabina di regia” per aggiungere elementi nello scenario durante il suo svolgimento.

Sversamento di sostanze chimiche nell’area del Colle della Maddalena



Figura 20: Foto 360° di Barcelonnette

Lo scenario simula l’incidente di un veicolo pesante che trasporta sostanze chimiche altamente inquinanti su territorio francese in prossimità del Colle della Maddalena.



Figura 21: Foto dell’area interessata dalla simulazione

Il veicolo esce dalla carreggiata e cade su un fianco nel fiume all'ingresso del paese di Larche, riversando lentamente nell'acqua il prodotto chimico trasportato. Il conducente, privo di sensi, rimane all'interno della cabina finché non viene estratto e messo in salvo dai Vigili del Fuoco.

La sostanza chimica nel frattempo si diffonde attraverso il fiume, causando inquinamento: vengono quindi attivate le procedure per delimitare l'area e contenere la perdita.



Figura 22: Scenario relativo all'incidente al Colle della Maddalena



Figura 23: Scenario relativo all'incidente al Colle della Maddalena

Lo scenario di Colle della Maddalena presenta i seguenti elementi distintivi:

- Interazione simultanea multiplayer (fino a 40 giocatori);
- Georeferenziazione;
- Disponibilità di “librerie di oggetti 3D” legati alla protezione civile (veicoli, sonde, cartelli, transenne, ecc.);
- Possibilità di guidare veicoli di terra ed aria (elicotteri);
- Disponibilità di una “cabina di regia” per aggiungere elementi nello scenario durante il suo svolgimento.

Incidente in aeroporto con formazione di nube tossica, che investe un’area affollata

Il quarto scenario è l’unico costituito da due momenti consequenziali. Inizialmente un elicottero carico di torio 232 sbaglia la manovra di decollo e finisce sopra una cisterna di rifornimento, causando un incendio. Gli operatori CBRN per contenere l’incendio e delimitare l’area radioattiva, dalla quale nel frattempo si sprigiona una nube tossica. Il secondo momento vede la nube tossica che investe il Parco Dora, nella città di Torino. Gli operatori di Polizia Municipale della Città di Torino, già presenti sul posto per un evento musicale che raduna centinaia di persone, vengono allertati dalla Centrale Operativa del possibile arrivo della nube.



Figura 24: Incidente in aeroporto

Per la realizzazione della prima parte dello scenario è stata attivata una cooperazione con l’Aeronautica Militare, in particolare con la sede di Verona che rappresenta un’eccellenza italiana per ciò che concerne l’acquisizione di immagini dalla realtà e la trasposizione in ambiente virtuale 3D (tecnica ampiamente utilizzata per costruire gli scenari dei simulatori di volo).



Figura 25: Foto 360° di Parco Dora, Torino

Poiché la trasposizione di immagini reali verso ambienti virtuali è un componente essenziale dello scenario, nella cornice della cooperazione sono stati effettuati alcuni sopralluoghi tecnici finalizzati a:

- mappare, attraverso l'uso di dispositivi di laser scanning e macchine fotografiche 360°, un ambiente aeroportuale verosimilmente soggetto al tipo di incidente rappresentato;
- approfondire la conoscenza delle tecnologie per la generazione di modelli 3D utilizzate dall'Aeronautica Militare, al fine di assicurarsi di considerare le migliori opzioni tecnologiche attualmente disponibili per la progettazione e lo sviluppo del sistema PRODIGE;
- ottenere immagini e dati di veicoli specializzati per la gestione di incidenti in ambienti aeroportuali (che senza la collaborazione con l'Aeronautica sarebbe stato indubbiamente difficile ottenere);
- creare una occasione di dibattito tecnico e scientifico di tipo applicativo, utile anche per la promozione di PRODIGE a livello nazionale.

La disponibilità dell'Aeronautica militare ha inoltre consentito ai partner PRODIGE di operare in un contesto in cui le tre responsabilità di Protezione Civile, Pronto Soccorso ed Anti-incendio sono in capo alla stessa entità, ossia il comandante dell'aeroporto: ciò ha permesso di confrontarsi con un modello concettuale più vicino al sistema francese, in cui l'autorità dello SDIS incanala in sé esattamente queste tre funzioni operative.

La seconda parte dello scenario è stata invece condotta in cooperazione con il Nucleo Investigazioni Scientifiche e Tecnologiche della Polizia Municipale di Torino, e vede le forze di polizia impegnate nell'*enforcement* delle procedure di gestione dell'emergenza rese necessarie dall'arrivo della nube tossica sul Parco Dora proprio durante un evento musicale.

In particolare, l'operatore di Polizia locale: procede alla verifica dell'area e identifica le vie di fuga per l'evacuazione; comunica alla Centrale Operativa la situazione del sito e il numero delle persone presenti da evacuare e l'eventuale necessità di pattuglie di supporto; dirama l'avviso di evacuazione e si occupa di bloccare la viabilità per impedire l'accesso all'area e di deviare il traffico su itinerari alternativi, agevolando così l'ingresso dei mezzi di soccorso; coordina l'evacuazione dei presenti indicando la giusta direzione verso il punto di raccolta identificato; attende informazioni da parte del personale dei Vigili del Fuoco e dell'ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) per conoscere l'esito del rilevamento della possibile contaminazione dell'area; perlustra infine l'area del Parco Dora e nel caso qualcuno non abbia sentito le comunicazioni di evacuazione o sia in difficoltà chiama i soccorsi e attende il loro arrivo.

Lo scenario presenta i seguenti elementi distintivi:

- Scenario composito (video 360°, virtual tour e *serious game*);

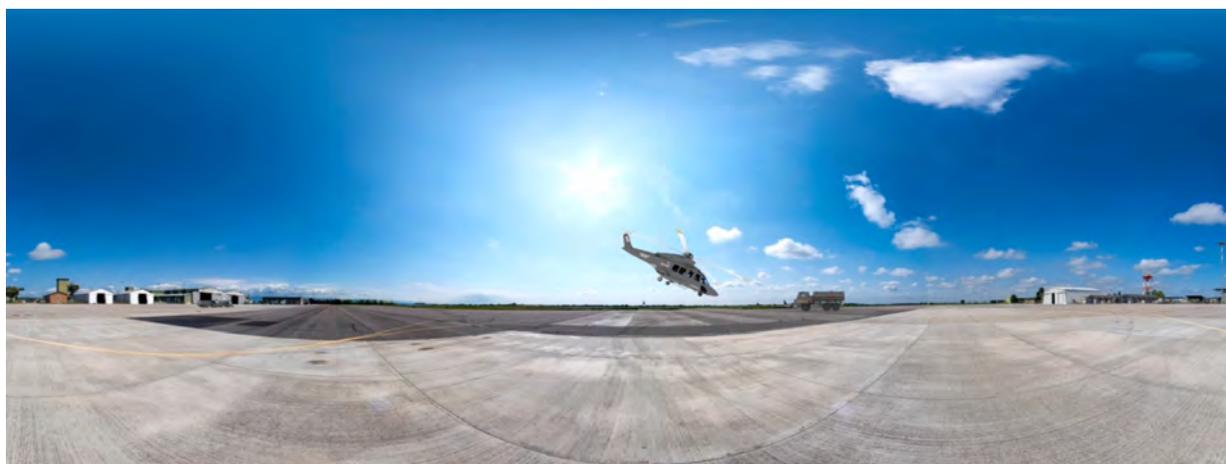


Figura 26: Dettaglio incidente in 360°

- grafica immersiva con qualità fotografica;



Figura 27: Dettaglio spegnimento incendio elicottero

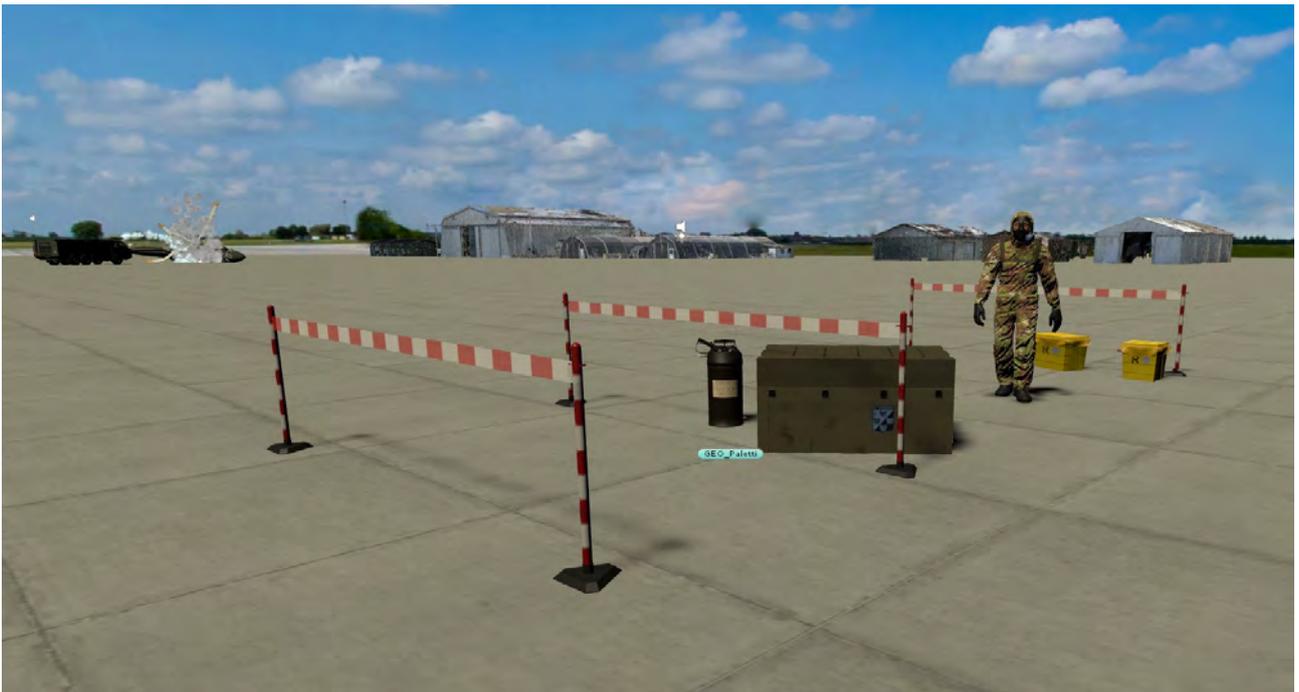


Figura 28: Dettaglio working area



Figura 29: Dettaglio spegnimento incendio cisterna

- possibilità di interagire con oggetti;



Figura 30: Dettaglio interazione con sonda Alpha e ANPDR77

- possibilità di scegliere differenti ruoli (avatar);



Figura 31: Selezione avatar

- integrazione delle procedure di comunicazione con i cittadini;
- Integrazione di software specializzati per simulare e riprodurre gli incendi.

2.1.4. Il Modulo Integrativo di comunicazione

Uno degli obiettivi del progetto PRODIGE è quello di associare alla piattaforma di addestramento di tutti gli attori della sicurezza e della protezione civile, un sistema di raccolta dati dal territorio soggetto all'emergenza mediante la creazione di un modello di comunicazione bidirezionale tra il cittadino e l'operatore.

Il Modulo Integrativo costruito dalla Città di Torino, in collaborazione con gli altri partner, opererà su diversi livelli:

- Agevolare la comunicazione tra gli operatori della sicurezza e di protezione civile e i cittadini al fine di rendere più realistiche le simulazioni e l'addestramento;
- Trasformare i cittadini in sorgenti dati mediante l'uso che fanno dei social network e dei telefoni cellulari.

Il flusso operativo adottato per il Modulo Integrativo è il seguente:

- Acquisizione dei dati;
- Elaborazione dei dati;
- Comunicazione bidirezionale con i cittadini.

2.1.4.1. Tipologia dei dati raccolti

Varie tipologie di dati verranno acquisiti, in particolare i dati di comunicazioni diffusi tramite i sistemi di telefonia mobile (telefoni cellulari, smartphone, tablet) e i sistemi telematici quali PC e stazioni di lavoro telematiche.

Nello specifico gli SMS, le applicazioni di messaggistica (WhatsApp, Telegram) e le applicazioni di social network (Twitter e Facebook).

Altri dati che verranno acquisiti saranno i segnali della rete telefonica indicante la presenza degli apparecchi cellulari presenti negli scenari di crisi e i metadati connessi.

Applicazioni di messaggistica

Per la comunicazione bidirezionale verranno adottati sistemi di comunicazioni in grado di raggiungere ogni cittadino presente nell'area dell'emergenza.

- **SMS (Short Message Service)** è nato come un servizio per la telefonia mobile utilizzato sulla rete di comunicazione GSM¹. Successivamente è migrato anche su rete UMTS². Attualmente è possibile inviare SMS anche tramite la rete dati Internet.

Il servizio SMS è integrato in ogni dispositivo di telefonia mobile da quelli di vecchia generazione agli attuali smartphone.

Lo standard prevede due tipologie di messaggi: **Point-to-Point** (da un terminale ad un altro) e tipo **Cell Broadcast**, originati in una cella e distribuiti a tutti i terminali sotto la sua copertura.

La modalità Cell Broadcast è quella che permette di avvisare tutte le utenze collegate ad una determinata stazione radio base. Il messaggio inviato indicherà la situazione di emergenza e un numero telefonico dedicato, gestito dalla centrale di controllo, aperto ad applicazioni quali WhatsApp e Telegram affinché si possano ricevere informazioni più precise e puntuali da parte del cittadino.

- **WhatsApp** è un'applicazione di messaggistica istantanea multiplatforma per smartphone.

È il sistema di messaggistica più usato nel mondo con un miliardo di utenti.

Oltre alla possibilità di scambio di messaggi testuali è possibile inviare immagini, video, audio, documenti, fare chiamate VoIP e inviare la propria posizione geografica.

Dall'anno 2015 è possibile utilizzare l'applicazione WhatsApp anche con computer attraverso l'utilizzo di browser (Chrome, Firefox, Edge, Safari e Opera).

Proprio per tali caratteristiche è stato valutato come applicazione di comunicazione ideale per lo scambio bidirezionale di informazioni cittadino/operatori di emergenza da e verso il centro di controllo.

La possibilità di inviare immagini, audio, video ma soprattutto la propria posizione geografica permetterà agli operatori di primo intervento e alla centrale di controllo di monitorare l'emergenza e a rilevare la presenza sul territorio dei cittadini bisognosi di intervento immediato e pertinente alla situazione di necessità.

¹ **GSM** (Global System for Mobile Communications) è lo standard di seconda generazione di telefonia mobile e al 2017 il più diffuso al mondo con più di 3 miliardi di persone in 200 Paesi. Si tratta di uno standard aperto sviluppato dalla conferenza europea delle amministrazioni delle Poste e delle Telecomunicazioni, formalizzato dall'Istituto europeo di standard telecomunicativi e reso operativo dal consorzio 3GPP. L'introduzione del GSM ha rappresentato una vera e propria rivoluzione nell'ambito dei sistemi di telefonia cellulare. Fondamentalmente i numerosi vantaggi rispetto ai precedenti sistemi cellulari sono stati: interoperabilità tra reti diverse che fanno capo ad un unico standard internazionale e comunicazione di tipo digitale [25].

² **UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System), è uno standard di telefonia mobile cellulare 3G, evoluzione del GSM. Tale tecnologia ha la peculiarità di impiegare lo standard base W-CDMA più evoluto come interfaccia di trasmissione nell'accesso radio al sistema, è compatibile con lo standard 3GPP e rappresenta la risposta europea al sistema ITU di telefonia cellulare 3G. Lo standard UMTS è il successore di terza generazione del GSM è stato lanciato sul mercato con la sigla 3GSM per mettere in evidenza la combinazione fra la tecnologia 3G e lo standard GSM di cui dovrebbe in futuro prendere completamente il posto [26].

- **Telegram** è un'applicazione di messaggistica istantanea multiplatforma basata sul cloud. I messaggi sono salvati sul cloud di Telegram permettendo in tal modo di accedere ai messaggi in contemporanea su tutti i dispositivi associati (smartphone, tablet, pc...).
La comunicazione può avvenire con **chat standard** con cifratura client-server, sincronizzata sul cloud e quindi visibili da tutti i dispositivi associati oppure **chat segrete** con cifratura end-to-end (tra i dispositivi implicati nella chat) e la possibilità di impostare un timer di autodistruzione del messaggio, il quale verrà cancellato. La chat segreta non è utilizzabile in modalità web.
Altra caratteristica rilevante dell'applicazione Telegram è la possibilità di utilizzare le API (Application Program Interface) per poter sviluppare delle applicazioni (Bot) veicolabili tramite l'applicazione di messaggistica. I Bot sono dei programmi automatizzati con i quali si possono ricevere notizie in automatico o richiedere notizie effettuando una query specifica. I Bot risiedono sul server di Telegram e si basano sul protocollo HTTPS con diversi sistemi di crittografia.
Analogamente a WhatsApp, Telegram, offre la possibilità di condividere messaggi testuali è possibile inviare immagini, video, audio, documenti anche di grandi dimensioni, fare chiamate VoIP e inviare la propria posizione geografica permettendo agli operatori di primo intervento e alla centrale di controllo di monitorare l'emergenza e a rilevare la presenza sul territorio dei cittadini bisognosi di intervento immediato e pertinente alla situazione di necessità.

Applicazioni Social Network

- **Facebook** è un servizio di social network multiplatforma per browser e dispositivi mobili per la gestione di rapporti sociali e la condivisione di contenuti testuali (Chat) e multimediali.
È la piattaforma social più diffusa al mondo.
Fondamentale è la condivisione di contenuti multimediali e la pervasività del social nel territorio.
L'integrazione con il Modulo Integrativo permetterà di monitorare la situazione di emergenza sul territorio e permetterà agli operatori di comunicare anche attraverso la piattaforma Facebook per condividere dati, procedure, protocolli e informazioni utili alla gestione dell'emergenza.
- **Twitter** è un servizio di social network multiplatforma per browser e dispositivi mobili per la condivisione di messaggi, immagini e link.
La caratteristica principale è la lunghezza massima del testo 140 caratteri. La semplicità d'uso e l'immediatezza di utilizzo della piattaforma sono le peculiarità e la forza di Twitter. È il primo veicolo di diffusione di notizie nel mondo. Proprio per questo motivo è usato da parte dell'utilizzatore per segnalare informazioni in anteprima rispetto ai media tradizionali. Parte fondamentale del tweet è l'Hashtag, sono delle etichette formate da il simbolo # seguito da parole singole o concatenate tra loro. Etichettando un messaggio con un hashtag si crea un collegamento ipertestuale a tutti i messaggi che citano lo stesso hashtag a tutti gli effetti un aggregatore tematico. Rendendo di fatto facile ed immediato trovare messaggi su tema e contenuto specifico.

Segnali della rete cellulare

Il termine **Stazione Radio Base**, in sigla BTS (Base Transceiver Station), identifica un sistema dotato di antenne di ricetrasmissione dei segnali radio, che serve i terminali mobili degli utenti coprendo una determinata area geografica detta appunto cella radio.

È attualmente l'infrastruttura base della telefonia cellulare.

Le stazioni radio sono gli impianti della telefonia mobile che ricevono e ritrasmettono i segnali dei telefoni cellulari, consentendone il funzionamento. La propagazione di questi segnali avviene in bande di frequenza diverse, tra i 900 e i 2100 MHz, a seconda del sistema tecnologico utilizzato:

- GSM
- UMTS
- LTE³

Una caratteristica fondamentale delle trasmissioni per telefonia cellulare, diversamente da quelle per la diffusione radiotelevisiva, è la bi-direzionalità delle comunicazioni che avvengono tra la rete radiomobile costituita dalle BTS installate in una determinata area ed i terminali mobili degli utenti.

Funzionalità tipica, oltre ad instaurare una connessione con il terminale di utenza durante la comunicazione, è anche quella di diffondere un segnale in broadcast sulla rispettiva cella di copertura ai vari terminali di utenza presenti che informi della disponibilità del servizio. Viceversa dal terminale riceve le informazioni della sua presenza nella cella utile per le varie funzionalità di roaming⁴.

Le BTS sono distribuite sul territorio in maniera capillare in funzione della densità di popolazione, essendo prevalentemente concentrate nelle aree urbane densamente abitate. A seconda del numero di utenti serviti,

³ **LTE**, sigla di *Long Term Evolution*, indica la più recente evoluzione degli standard di telefonia mobile cellulare GSM/UMTS. Nasce come nuova generazione per i sistemi di accesso mobile a banda larga (Broadband Wireless Access) e, dal punto di vista teorico, fa parte del segmento Pre-4G, collocandosi in una posizione intermedia fra le tecnologie 3G come l'UMTS e quelle di quarta generazione pura (4G (*LTE Advanced*)). Nonostante ciò, con l'intento di porre fine alla confusione tra l'utilizzo in marketing del termine 4G e la vera classificazione come 4G, recentemente deciso di applicare il termine 4G anche all'LTE [27].

⁴ **Roaming** (dall'inglese *to roam: vagare, andare in giro*) identifica, nel campo delle telecomunicazioni, l'insieme di procedure, normative e apparecchiature che permettono di rintracciare un terminale mobile desiderato che non si trova nella propria rete, e di metterlo in comunicazione con l'utente chiamante all'interno di una stessa rete, o tra reti di comunicazione distinte ma interoperanti. Il roaming viene utilizzato in particolare dagli operatori telefonici di telefonia cellulare per permettere agli utenti mobili di collegarsi tra loro eventualmente utilizzando anche una rete non di loro proprietà dietro una quota di pagamento all'altro operatore [28].

le BTS sono distanziate tra loro di poche centinaia di metri nelle grandi città fino a diversi chilometri nelle aree rurali.

Ogni BTS è in grado di servire una porzione di territorio limitata, detta "cella", le cui dimensioni dipendono dalla densità degli utenti da servire nell'area, dall'ambiente urbano e non (abitazioni, vegetazione, ecc.) dall'altezza delle installazioni, dalla potenza impiegata e dalla tipologia dell'antenna utilizzata.

Una BTS di un determinato gestore è costituita da uno o più sistemi di diversa tecnologia (GSM, UMTS e LTE) - e quindi diversa frequenza in trasmissione e ricezione. Di norma ogni BTS è composta da tre antenne trasmissive, dette celle, diversamente orientate nello spazio al fine di garantire la copertura del servizio nell'area circostante. Le antenne dei vari servizi orientate nelle diverse direzioni dello spazio sono anche dette settori.

È importante per la gestione dell'emergenza l'analisi dei segnali della rete telefonica indicante la presenza di dispositivi di telefonia mobile presenti negli scenari di crisi.

Gli operatori telefonici sono tenuti a conservare, come da disposizione di legge, dati riguardanti il traffico telefonico degli utenti agganciati alle BTS.

Nello specifico vengono conservati la data, ora dell'evento (chiamata, sms, connessione dati) durata, numero chiamante, numero chiamato, IMSI⁵, IMEI⁶, cella agganciata iniziale e cella agganciata finale.

Tipicamente i dati sopra elencati sono messi a disposizione all'Autorità Giudiziaria per finalità connesse a motivi di giustizia (traffico storico telefonico).

Analogamente sono stati sottoscritti protocolli con i gestori di telefonia mobile per il salvataggio di vite umane scomparse a livello nazionale tramite localizzazione di precisione su un preciso numero telefonico.

Ulteriori informazioni disponibili a livello di log di stazioni radio base sono quelle relative a statistiche e analitiche sul numero dei device presenti, nazionalità ed eventuale residenza dell'intestatario dell'utenza telefonica, previa anonimizzazione dei dati soggetti a privacy.

⁵ **IMSI** è la sigla di International Mobile Subscriber Identity ("identità internazionale di utente di telefonia mobile"). Si tratta di un numero univoco che viene associato a tutti gli utenti di telefonia mobile di reti GSM o UMTS. Il numero viene memorizzato nella SIM. Viene mandato dal dispositivo mobile alla rete. Un IMSI è lungo di solito 15 cifre [29].

⁶ **IMEI** (acronimo di International Mobile Equipment Identity) è un codice numerico che identifica univocamente un terminale mobile (Mobile Equipment), che può essere un telefono cellulare o un modem che sfrutti la tecnologia cellulare GSM GPRS EDGE UMTS HSDPA/HSUPA LTE. È composto da 15 cifre [30].

I gestori telefonici hanno a disposizione dashboard di visualizzazione delle informazioni per fare analisi di mercato.

Come sopra dettagliato sono quindi tre i possibili livelli di acquisizione dei dati relativi ai log delle stazioni radio base:

- Log completo su disposizione dell’Autorità Giudiziaria;
- Tracciamento dell’utenza utilizzata persona scomparsa su disposizione dell’Autorità Giudiziaria;
- Dati statistici senza disposizione dell’Autorità Giudiziaria.

2.1.4.2. Tecnologie adottate per la realizzazione del Modulo Integrativo e loro utilizzo in Italia

Dal punto di vista tecnologico il Modulo Integrativo sarà costituito da una piattaforma software che permetterà di integrare i dati acquisiti da diverse fonti.

Il Nucleo Investigazioni Scientifiche e Tecnologiche della Polizia Locale di Torino ha un Laboratorio di Intelligence e Data Analytics che è dotato di tecnologie e strumenti software che verranno utilizzate per il progetto PRODIGE.

Tali soluzioni software permetteranno di analizzare tutte le tipologie di dati raccolti, da social Apps, da Stazioni radio base e da messaggistica (SMS, WhatsApp e Telegram).

La piattaforma software è residente su di una stazione di lavoro in uso alla centrale di controllo e gestione dell’evento.

Messaggistica

La piattaforma integrerà più moduli per la gestione dei dati acquisiti, nello specifico, i dati derivanti dalle applicazioni di messaggistica (WhatsApp e Telegram) verranno analizzati con le web application proprietarie direttamente da postazioni telematiche connesse alla rete internet.

- **Whatsapp**



Figura 32: Whatsapp Web [31]

- Telegram



Figura 33: Telegram [32]

Tali web application permetteranno all'operatore della centrale di controllo di ricevere i dati inviati dai cittadini, dai first responder e dagli operatori dell'emergenza presenti sul luogo dell'evento.

Tramite le web application potranno essere diffuse molteplici tipologie di dati ad esempio: posizioni GPS⁷, audio, foto, video e messaggi che potranno essere utili per una migliore gestione delle emergenze.

Per gli utenti che non saranno dotati di smartphone o tablet e potranno comunicare solo mediante messaggio SMS, un telefono a disposizione dell'operatore di centrale sarà in grado di ricevere il messaggio.

Nel caso di un eventuale collasso della connessione internet, gli operatori di telefonia mobile o gli operatori di soccorso, dotati della tecnologia, sono in grado di creare una "bolla wi-fi" in grado di ripristinare la connettività necessaria per la comunicazione dei first responder, degli operatori di emergenza che dei cittadini.

Social Apps

Anche tramite le social apps si possono diffondere molteplici tipologie di dati, per esempio foto, video e GPS position.

Facebook e Twitter, che verranno utilizzati nel progetto PRODIGE come canali di comunicazione bi-direzionale saranno integrati nel Modulo integrativo.

⁷ **GPS** (in inglese: Global Positioning System) è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile o ricevitore GPS informazioni sulle sue coordinate geografiche ed orario, in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra o nelle sue immediate vicinanze ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema. La localizzazione avviene tramite la trasmissione di un segnale radio da parte di ciascun satellite e l'elaborazione dei segnali ricevuti da parte del ricevitore [33].

Il software MICROSTRATEGY, in dotazione al Nucleo Investigazioni Scientifiche e Tecnologiche della Polizia Locale di Torino, sarà la piattaforma utilizzata per le simulazioni. I dati verranno raccolti e analizzati per generare informazioni rilevanti ed utili per gli operatori dell'emergenza, offrendo la possibilità di integrarle con altre informazioni ricevute da altri canali.

Si precisa che solamente i dati pubblici potranno essere acquisiti e raccolti.



Figura 34: Software MICROSTRATEGY

La raccolta del dato avviene utilizzando le API⁸ rese disponibili da Facebook e Twitter attraverso protocollo HTTP⁹ e linguaggio JSON¹⁰.

⁸ **API** (Application Program Interface) in informatica, si indica ogni insieme di procedure disponibili al programmatore, di solito raggruppate a formare un set di strumenti specifici per l'espletamento di un determinato compito all'interno di un certo programma. Spesso con tale termine si intendono le librerie software disponibili in un certo linguaggio di programmazione [34].

⁹ L'HyperText Transfer Protocol (**HTTP**) (protocollo di trasferimento di un ipertesto) è un protocollo a livello applicativo usato come principale sistema per la trasmissione d'informazioni sul web ovvero in un'architettura tipica client-server. L'HTTP è il meccanismo che funziona su una richiesta/risposta (client/server): il cliente esegue una richiesta e il server restituisce la risposta. Nell'uso comune il client corrisponde al browser ed il server la macchina su cui risiede il sito web. Vi sono quindi due tipi di messaggi HTTP: messaggi richiesta e messaggi risposta [35].

¹⁰ **JSON**, acronimo di JavaScript Object Notation, è un formato adatto all'interscambio di dati fra applicazioni client-server. La semplicità di JSON ne ha decretato un rapido utilizzo. Il suo uso tramite JavaScript è particolarmente semplice, questo fatto lo ha reso velocemente molto popolare a causa della diffusione della programmazione in JavaScript nel mondo del Web [36].

Analisi log stazioni radio base

Il sistema di telefonia mobile utilizza le stazioni radio base per ricevere e trasmettere le comunicazioni voce e dati dell'utenza telefoniche mobili. I dati memorizzati nei sistemi informatici per la gestione delle stazioni radio base, permettono di enumerare e identificare le utenze agganciate alle stesse. Tale informazione consente di effettuare delle stime ed analisi utili alla gestione delle emergenze.

La piattaforma software MERCURE V3 è la soluzione avanzata di metadati telefonici che verrà adottata per l'analisi dei log delle stazioni radio base (BTS).

Alcune delle proprietà e caratteristiche del software utili per l'applicazione nei dimostratori del progetto PRODIGE:

- Analisi "chiamate in zona" su traffico di cella;
- Rappresentazione su mappa di aggregazione dati per area;
- Analisi temporale "timeline" relativamente all'utilizzo di utenze;
- Analisi rete sociale tra gli utenti;
- Analisi di log navigatori satellitari;
- Identificazione di pattern di comportamento;
- Integrazione con estrazioni dati da device mobili.

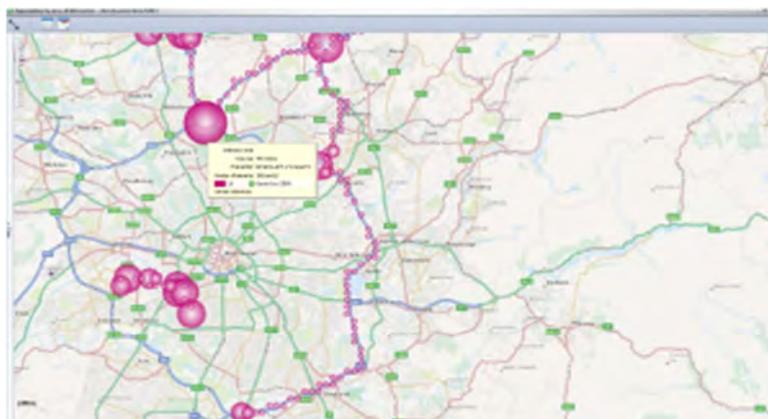


Figura 35: Software MERCURE V3

Come già descritto, il traffico telefonico e i log di cella possono essere acquisiti a seguito di disposizioni dell’Autorità Giudiziaria per finalità connesse a motivi di giustizia (traffico storico telefonico – tabulati telefonici) e, a seguito di protocolli con i gestori di telefonia mobile, anche per il salvataggio di vite umane scomparse a livello nazionale tramite localizzazione di precisione su un preciso numero telefonico.

Analisi dei dati multimediali (foto e video)

I dati di tipo multimediale quali le fotografie e i video pubblicati sui social Facebook e Twitter o quelli veicolati con le applicazioni di messaggistica WhatsApp e Telegram, potranno essere analizzati con sistemi software di miglioramento dell’immagine e del flusso video.

L’elaborazione dell’immagine mediante l’applicazione di filtri di correzione si rende necessaria nei casi di condizioni esterne critiche quali scarsa luminosità, nebbia, movimento del soggetto ripreso.

Il miglioramento dell’immagine può portare a informazioni utili e rilevanti per gli operatori della centrale di controllo e soccorso.

Per il progetto Prodige verrà utilizzato il software denominato “Amped FIVE”.



Figura 36: Amped FIVE

La piattaforma AMPED 5 permette di ottimizzare il lavoro di analisi su supporti tipo foto e video adottando procedure forensi.

Alcune delle proprietà e caratteristiche del software utili per l’applicazione nei dimostratori del progetto PRODIGE:

- Import di qualsiasi tipo di immagine, filmato o sequenza;
- Analisi delle caratteristiche specifiche delle fotografie digitali (metadata EXIF) e dei filmati (codec video e tipo di codifica di ogni singolo fotogramma);

- Ottimizzazione della ricerca delle parti di interesse in filmati lunghi con la nuova funzionalità di rilevazione del movimento e lavora solo sui fotogrammi utili, siano essi consecutivi in un intervallo o in posizioni sparse;
- Elaborazione dei fotogrammi combinando senza limiti più di 70 filtri disponibili, al fine di restaurarne i difetti o esaltarne i dettagli.

2.1.4.3. Flusso operativo di comunicazione bidirezionale

Il progetto Prodiges si prefigge tra gli altri obiettivi quello di sviluppare ed utilizzare nuove strategie di informazione e comunicazione in tempo reale per la popolazione, con il coinvolgimento dei cittadini residenti trasformandoli in sensori locali e in sorgenti di dati.

L'utilizzo delle attuali tecnologie di comunicazione bidirezionali via internet quali social application per esempio WhatsApp, Telegram, Facebook, Twitter permetterà di raccogliere utili informazioni per la migliore gestione dell'emergenza.



Figura 37: Protocollo e flusso operativo

1. Comunicazione agli operatori di telefonia mobile dell'invio di un SMS di allerta a tutti gli utenti agganciati alle stazioni radio base che coprono il territorio soggetto all'emergenza.

Il messaggio SMS dovrà trasmettere l'informazione dell'emergenza e informare che sarà attivato un particolare numero telefonico abilitato all'utilizzo delle applicazioni WhatsApp e Telegram al fine di attivare la comunicazione bidirezionale tra operatori del centro di controllo e i cittadini presenti sul territorio colpito dall'emergenza.

2. Attivazione piattaforma e relativi moduli.

Sono attivati i canali web per la ricezione di comunicazioni WhatsApp e Telegram.

Creazione di gruppo relativo all'evento sia per WhatsApp che Telegram.

Creazione di pagine Facebook e Twitter dedicate all'emergenza e di hashtag (#) specifici, mediante i quali attivare la comunicazione bidirezionale con i residenti colpiti dall'evento.

Monitoraggio dei social network Facebook e Twitter mediante il software Microstrategy delle pagine create per l'occasione e di ogni canale creato dai cittadini vittima dell'emergenza.

Monitoraggio del log delle Stazioni Radio Base.

3. Ricezione di comunicazioni da parte dei cittadini

Gli utenti che hanno ricevuto SMS da parte dei gestori di telefonia mobile (cfr. punto 1 del flusso) potranno, attraverso i loro strumenti telematici (smartphone, tablet, pc), inviare comunicazioni attraverso i canali aperti dal centro di controllo (cfr. punto 2 del flusso).

Le comunicazioni potranno essere messaggi, oggetti multimediali (audio, foto, video) e posizionamento GPS.

4. Analisi delle comunicazioni ricevute

Posizionamento GPS, analisi del testo, analisi dei media (fotografie, video e audio) saranno analizzati con gli strumenti attivati (cfr. punto 2 del flusso). L'analisi dei dati verranno processati anche mediante tecnologie di video analisi per una pulizia dell'immagine laddove necessita per meglio evidenziare informazioni utili agli operatori.

L'analisi dei log delle stazioni radio base darà informazioni circa il numero degli utenti presenti nell'area, da tali dati potrà emergere anche l'informazione relativa ad eventuali utenti non censiti a livello anagrafico (es. potremmo rilevare la presenza di utenze telefoniche di stranieri analizzando il codice IMSI presente nei log).

5. Comunicazione verso utenti per diffondere notizie aggiornate e direttive utili alla corretta gestione dell'emergenza

Le analisi sui dati ricevuti di cui al punto 4. permetteranno, di concerto con le attività sul campo degli operatori, di attivare la comunicazione bi-direzionale con i cittadini che hanno inviato informazioni sui canali telematici predisposti e con gli operatori al fine di gestire l'emergenza con puntualità e

professionalità (es. la ricezione di un posizionamento GPS può indirizzare alla esatta posizione sul territorio dell'utente che necessita ausilio).

Il flusso operativo di comunicazione bi-direzionale ritornerà al punto 3. fino al termine dell'emergenza.

2.1.4.4. Considerazioni nella progettazione del modulo integrativo

Un'analisi tecnologica e operativa del Modulo Integrativo costruito nell'ambito del progetto PRODIGE, così come sopra descritto, rileva aspetti positivi in termini di vantaggi e utilità per la gestione delle emergenze e aspetti al contrario svantaggiosi dal punto di vista tecnologico e operativo per gli operatori di soccorso e gestione di eventi calamitosi.

PRO

L'integrazione di dati provenienti da diverse fonti (social network, smartphone e device mobili, log di stazioni radio base del traffico cellulare) permette di passare ad una nuova strategia di comunicazione con le persone presenti sul territorio soggetto all'emergenza, facendone diventare sensori locali e sorgenti di dati.

Alcuni dei moduli utilizzati nella progettazione sono facilmente fruibili dagli operatori senza necessità di un training appropriato. Le applicazioni web di WhatsApp e Telegram sono semplici da usare e rendono la comunicazione bidirezionale con i cittadini veloce e puntuale. La possibilità di ricevere posizioni GPS per geolocalizzare i device mobili permetterà una tempestiva gestione dell'emergenza per gli utenti bisognosi di soccorso.

L'analisi dei social network permetterà di recuperare informazioni e nello stesso tempo condividere indicazioni e notizie da parte del centro di controllo per gestire le problematiche contingenti.

I media, foto e video, diffusi via social application e app di messaggistica, analizzati mediante software di pulizia dell'immagine, potranno rilevare informazioni utili.

CONTRO

Lo scambio bidirezionale con i cittadini-sensori locali necessita di una connessione internet nel territorio nel quale è in corso l'emergenza. La criticità potrebbe essere risolta mediante la creazione di una "bolla wi-fi" con collegamento satellitare.

2.1.4.5. Tecnologie adottate per la realizzazione del Modulo Integrativo e loro utilizzo in Francia

Materiale per le trasmissioni satellitari destinati alle comunicazioni durante le operazioni di soccorso

Nell'ambito del Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence (SDIS 04), l'organizzazione attuale delle comunicazioni tra una zona di intervento e il centro operativo dipartimentale denominato centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS 04), sito a Digne-les-Bains, si basava su un ponte radio.

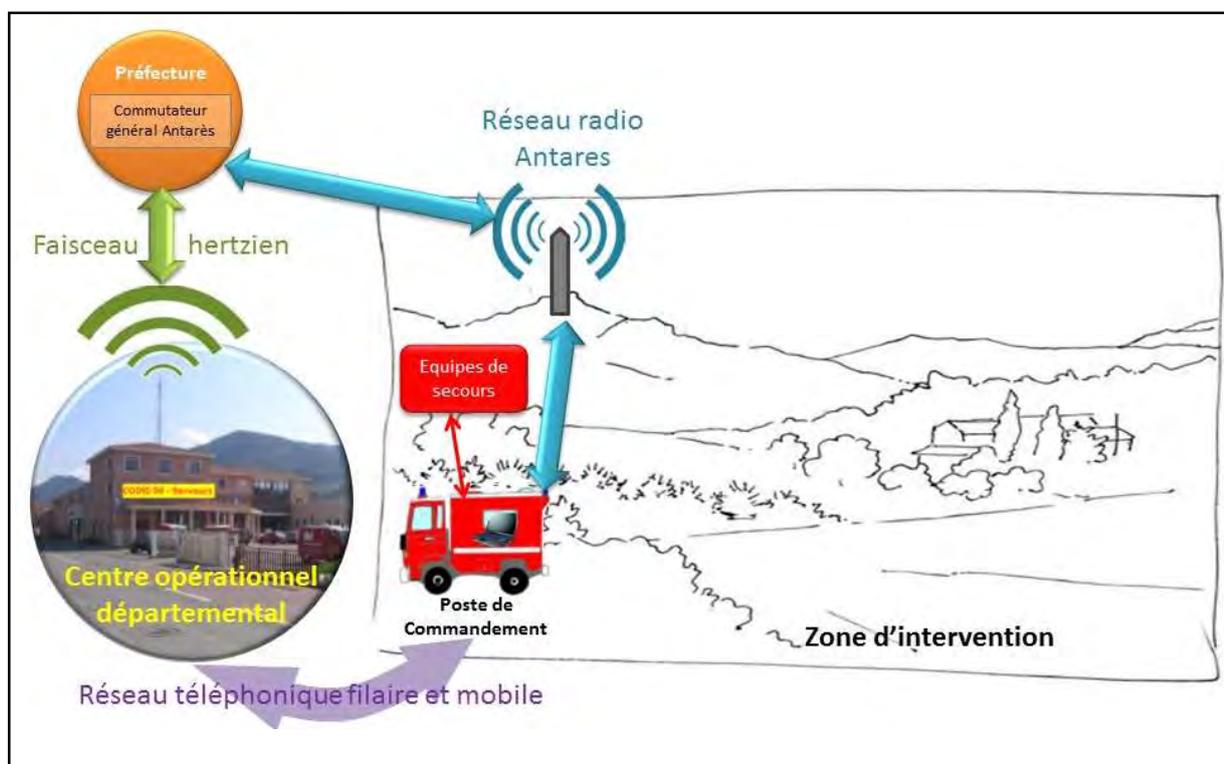


Figura 38: Organizzazione delle comunicazioni all'interno della zona di servizio del CODIS 04 e delle operazioni di soccorso

Nel quadro del Progetto PRODIGE, il SDIS 04 ha acquisito una serie di materiali destinati a rendere autonome le proprie comunicazioni:

- durante le operazioni nelle cosiddette zone bianche;
- in caso di malfunzionamento dei mezzi di comunicazione terrestri quali la rete GSM, ma anche e soprattutto, della rete ANTARES.

Questi materiali, integrati in un modulo trasportabile via terra (veicolo 4x4 dedicato o altro) o ancora per via aerea (cassoni con cinghie o che possono essere caricati su un velivolo), offrono al SDIS 04 numerosi mezzi di comunicazione tramite il satellite KA-SAT:

- accesso Internet pubblico;
- accesso alla rete informatica del SDIS 04 (server amministrativi);
- accesso alla rete telefonica del SDIS 04 (PABX ed elenco telefonico).



Figura 39: Materiali integrati nel modulo trasportabile

Altri materiali consentono di amplificare la rete GSM ove il segnale risulta debole nel settore di intervento (amplificazione 3G/4G).

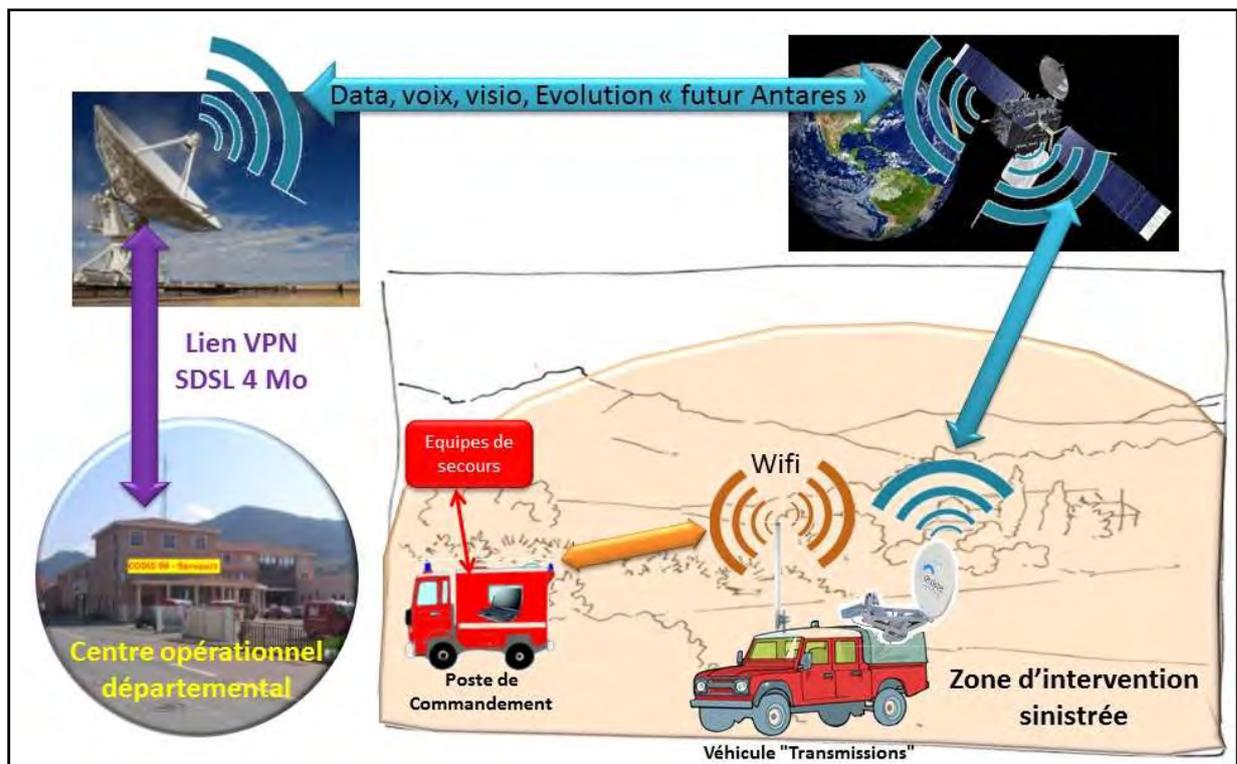


Figura 40: Organizzazione delle comunicazioni all'interno della zona di servizio del CODIS 04 e delle operazioni di soccorso all'interno della zona bianca, della zona d'intervento, delle risorse GSM e ANTARES

Il collegamento tra le zone di intervento e il CODIS 04

Il collegamento si articola in due segmenti: segmento aereo e segmento terrestre.

Il segmento aereo:

Il segmento aereo, noleggiato dal SDIS 04 per garantire l'accesso, è operato tramite il satellite europeo KA-SAT. La società ADISTA è il fornitore dell'accesso a tale segmento. L'abbonamento per il segmento aereo ha le seguenti caratteristiche: volume de données : 60 Go mensuels (lissés sur l'année) ;

- volume di dati: 60 Gb al mese (spalmati sull'anno);
- velocità download: 20 Mbit;
- velocità upload: 4 Mbit;
- latenza 700 ms;

- variazione latenza: 10 ms;
- tasso di perdita :0,8 %.



Figura 41: Il segmento spaziale

Il segmento terrestre:

Il segmento terrestre, noleggiato dal SDIS 04 per garantire il collegamento alle installazioni tecniche sul sito della Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours (DD SIS 04), a Digne-les-Bains, è operato tramite una connessione SDSL. La società ADISTA è il fornitore dell'accesso a tale segmento. L'abbonamento per questo segmento presenta le seguenti caratteristiche: SDSL 4 MB.

I collegamenti sul campo

Gli operatori che intervengono e presenti sul campo dispongono di diverse possibilità di collegamento per trasmettere e ricevere informazioni / dati: connessioni via cavo o Wi-fi, oltre al telefono.

Connessioni via cavo o Wi-fi:

- Nel posto di comando (PC), i computer operativi sono collegati via Wi-fi a un server di dati;
- In prossimità al PC (50 m senza antenna, da 150 a 200 m con antenna onnidirezionale), gli operatori possono collegarsi tramite router Wi-fi.

Telefonia:

- connessione via cavo: il PC può collegarsi tramite la rete telefonica esistente a installazioni per la telefonia private o pubbliche;

- collegamento DECT: gli operatori dispongono di 6 DECT in un perimetro di 100 m dalla cassetta situata nel modulo satellitare. Detti DECT, tramite la connessione satellitare, funzionano come telefoni sul sito della Direction Départementale (DD SIS 04) ;
- un'amplificazione 3G/4G consente di supportare la rete degli operatori se risulta troppo debole.

2.2. Le sessioni di formazione e comunicazione

Il progetto PRODIGE ha cercato di massimizzare gli impatti sul territorio, valorizzando i risultati conseguiti e diffondendoli a tutti gli operatori interessati, in particolare quelli preposti alla gestione delle emergenze (Protezione Civile, Polizia, Croce Rossa, Vigili del Fuoco, Autorità locali, etc.) e i cittadini residenti nelle aree transfrontaliere Italo-Francesi.

La piattaforma è stata presentata agli operatori tecnici italiani e francesi mediante cicli di seminari in cui sono state specificate le modalità d'uso, le funzionalità, le potenzialità nel campo dell'addestramento degli operatori ed interazione con i cittadini residenti nelle zone transfrontaliere.

Sono state realizzate anche sessioni di formazione per interessare e sensibilizzare la popolazione, suffragate da simulazioni virtuali aperte alla partecipazione dei cittadini per responsabilizzare e coinvolgere in maniera attiva i residenti nelle aree a rischio.

Le simulazioni hanno avuto lo scopo di sensibilizzare i cittadini con rappresentazioni realistiche, rafforzando la cultura della prevenzione del rischio ed attirando aspiranti volontari della Protezione Civile, incrementando così il numero di persone attive nelle misure di prevenzione dei rischi.

Si sono tenute anche sessioni di divulgazione, tra cui incontri con le autorità locali e Convegno Finale del progetto, con l'obiettivo di creare consapevolezza e sensibilizzazione tra la popolazione in tema di prevenzione dei rischi.

Sono stati anche realizzati diversi strumenti di comunicazione, tra cui sito web, brochure, volantini, roll up, video divulgativo, etc.

Nei paragrafi seguenti verranno descritte brevemente le sessioni di formazione e comunicazione che si sono tenute durante il periodo della durata del progetto PRODIGE.

2.2.1. Esercitazione a Cuneo con VVFF

Martedì 4 aprile 2017 presso il Centro di Educazione Ambientale Transfrontaliero La Casa del Fiume a Cuneo ha avuto luogo un seminario di presentazione della piattaforma virtuale transfrontaliera realizzata nell'ambito del progetto PRODIGE.

L'incontro, coordinato dal Comune di Cuneo con gli interventi tecnici di SiTI, era rivolto in particolare agli operatori del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Cuneo ed ha visto la partecipazione di rappresentanti del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea – Unità Disaster Risk Management.

Dopo un'introduzione generale da parte del capofila, sono stati presentati ai partecipanti gli obiettivi di PRODIGE, il quale rappresenta una visione strategica innovativa per la gestione delle emergenze che coinvolgono l'area transfrontaliera tra Italia e Francia, sulla base di tecnologie per la realtà virtuale e protocolli per la condivisione dei dati secondo standard europei.

Sono stati quindi descritti più nel dettaglio il funzionamento tecnico e le potenzialità della piattaforma transfrontaliera di realtà virtuale realizzata nell'ambito del progetto.



Figura 42: Seminario di presentazione della piattaforma virtuale transfrontaliera

Al termine del seminario, ha avuto luogo presso il Parco Fluviale Gesso e Stura, un'attività dimostrativa sull'utilizzo dei droni a supporto delle attività di soccorso a cura della Direzione Regionale dei Vigili del Fuoco del Piemonte sotto il coordinamento dell'Ing. Ferdinando D'Anna, Responsabile Regionale del Soccorso dei VVF.

La giornata ha visto la partecipazione di numerosi operatori provenienti da tutti i Comandi Provinciali del Piemonte e anche dalla Liguria; per il Comando Provinciale di Cuneo era presente anche il Vice Comandante Arch. Gian Carlo Paternò.

In prossimità dell'area relax del Parco fluviale è stato effettuato un volo dimostrativo con un drone ad ala fissa per la realizzazione di un rilievo fotografico finalizzato alla modellazione tridimensionale del territorio sottostante. L'iniziativa rientrava in una due giorni di formazione promossa nell'ambito delle attività di innovazione del settore SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto) dei Vigili del Fuoco: i droni (ad ala fissa e rotante) vengono infatti utilizzati con sempre maggior frequenza a supporto degli operatori sul campo durante le operazioni di soccorso e gestione delle emergenze.



Figura 43: Attività dimostrativa sull'utilizzo dei droni a supporto delle attività di soccorso

2.2.2. ThinkUp for Disability

Giovedì 11 e venerdì 12 maggio 2017 si è tenuto presso la sede di SiTI (Torino) l'evento *ThinkUp for Disability* [37], un ibrido fra un business game e un hackathon con l'obiettivo di progettare dei wearable device che migliorino la vita delle persone con disabilità.



Figura 44: Locandina ThinkUp

Più di trenta studenti universitari suddivisi in sette team si sono impegnati per ideare soluzioni innovative applicabili attraverso tecnologie indossabili. Alcuni mentor selezionati, tra cui il presidente UICI (Unione Italiana Ciechi ed Ipovedenti), Franco Lepore, ed il responsabile del Comitato Informatico, Alessio Lenzi, hanno dato il proprio contributo nello sviluppo delle idee, tracciando un ritratto delle disabilità (soprattutto per gli aspetti riguardanti la vita quotidiana e la mobilità). Dopo dieci ore di lavoro ininterrotto, i partecipanti hanno preparato delle slide riassuntive dei propri progetti, che sono state presentate il mattino successivo. Al termine della presentazione, una giuria interdisciplinare, composta dai mentor e da esperti, ha premiato la proposta migliore.

Il progetto vincitore si chiama "Bel2go", una cintura vibrante collegata con uno smartphone per la mobilità dei disabili visivi. Questo strumento intende agevolare i movimenti, soprattutto all'interno di grandi strutture come ospedali e altri edifici pubblici, precedentemente mappati. Interagendo con appositi sensori collocati lungo il percorso, il dispositivo guida il cieco permettendogli di individuare precisi punti di interesse. Le indicazioni vengono trasmesse sia attraverso le vibrazioni della cintura, sia in forma di audio, tramite lo smartphone. Per la localizzazione viene utilizzato un sistema di accelerometri e giroscopi posti all'interno della cintura [38].

Altri esempi di tecnologie indossabili sono i dispositivi utilizzati per la realtà virtuale, ovvero gli head-mounted display. Il progetto PRODIGE ha dato quindi agli studenti uno spunto da cui partire verso una progettazione che avesse come focus i disabili. In particolare, le wearable technology possono essere utili agli operatori preposti al soccorso per definire protocolli e procedure volti ad accrescere la capacità di tenere in considerazione le problematiche ulteriori che le persone con disabilità devono affrontare durante un'emergenza.

2.2.3. Libro Profugo al Salone Internazionale del Libro

Dal 18 al 22 maggio 2017 il progetto PRODIGE ha partecipato con uno stand dedicato alla XXX edizione del Salone Internazionale del Libro di Torino [39]. Sono stati presentati al pubblico le tecnologie e gli strumenti utilizzati nell'ambito del progetto ed è stata data un'ampia visibilità all'innovativa piattaforma transfrontaliera basata sulla realtà virtuale per la formazione degli operatori di Protezione Civile italiani e francesi.

Le tecnologie di realtà virtuale utilizzate nel progetto PRODIGE possono essere impiegate - oltre che nella gestione delle emergenze - anche per la tutela del patrimonio artistico: esse consentono di conservare la memoria e la fruibilità di siti distrutti da calamità naturali e da attacchi terroristici ed aprono prospettive nuove nel campo del restauro conservativo e ricostruttivo.



Figura 45: Stand PRODIGE

In Medio Oriente è in atto un “genocidio culturale”. Distrutte le opere d’arte, simboli delle civiltà che da secoli sono presenti in quei territori e della loro pacifica convivenza. Desti particolare preoccupazione la perdita del capitale umano, prezioso per le competenze che esprime e grave per l’interruzione del ciclo formativo ed educativo di un’intera generazione.

In quest’ottica, per dimostrare l’applicabilità delle tecnologie usate in PRODIGE anche nel campo del Cultural Heritage, il ricercatore SiTI Francesco Moretti si è recato nella città di Qaraqosh (Iraq), la più grande città cristiana della Piana di Ninive che contava, prima delle guerra e dell’occupazione dell’agosto 2014, circa 50.000 abitanti. La città ha subito una completa distruzione e le chiese sono state le vittime privilegiate, molte sono state bruciate così come le case dei sacerdoti o degli esponenti di spicco della comunità cristiana. Centinaia di libri e manoscritti sacri sono stati distrutti.

In questo contesto sono state effettuate delle foto a 360° di alcune chiese e case distrutte dall’Isis e dai bombardamenti americani. Sono quindi stati realizzati due virtual tour ed un video da mostrare al pubblico tramite Cardboard ed inseriti nelle news del sito web di PRODIGE [40], in modo da accrescere il numero di visite. Uno dei siti fotografati è la Chiesa di Santa Maria Immacolata, la più grande Chiesa cristiana di tutto l’Iraq, oggi gravemente danneggiata dai 25 mesi di occupazione. Poco prima di abbandonare la città alcuni sacerdoti hanno potuto salvare diversi volumi nascondendoli in un sottoscala murato della loro casa: in questo modo il manoscritto è potuto sopravvivere. Con la liberazione della città tutti i libri sono stati ritrovati e trasferiti in un luogo sicuro.



Figura 46: Cortile della Chiesa di Santa Maria Immacolata

Uno dei più antichi manoscritti conservati nella Chiesa di Santa Maria Immacolata (probabilmente risalente al XVI secolo) è stato recuperato ed esposto allo stand per l'intera durata dell'evento. Si tratta di un libro dedicato al rito liturgico e alle preghiere della Chiesa siriana-cattolica, costituito da 116 pagine in carta con una copertina di legno e cuoio, scritto in lingua aramaica con carattere siriano e arricchito con alcuni disegni con simboli religiosi, in parte danneggiati.



Figura 47: Manoscritto, dettaglio copertina



Figura 48: Manoscritto, dettaglio disegno e testo



Figura 49: Manoscritto, dettaglio disegno e testo

Questo testo è stato nominato “Libro Profugo”, poiché è stato salvato dalla devastazione della guerra e portato in Italia, dove sarà restaurato dall’Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio Archivistico e Librario che ne studierà i contenuti e ne darà una collocazione storica. Al termine di tale rivalorizzazione, il volume sarà riconsegnato a FOCSIV che lo riporterà al Arcivescovo di Mosul, legittimo proprietario.



Figura 50: Libro Profugo allo stand PRODIGE

Il supporto di Focsiv (Federazione degli Organismi Cristiani Servizio Internazionale Volontario) e del 3° Stormo dell’Aeronautica Militare sono stati fondamentali per la trasferta e per il recupero del manoscritto.

2.2.4. Esercitazione a Digne-les-Bains

Nell'ambito del Progetto PRODIGE, sono stati sviluppati nuovi strumenti che ormai sono a disposizione degli operatori franco-italiani addetti alla gestione delle crisi:

- materiali che migliorano lo scambio e l'elaborazione delle informazioni tra il posto di comando sito nella zona del sinistro e il centro operativo dipartimentale (centre opérationnel départemental d’incendie et de secours);
- scenari di formazioni in modalità "realtà virtuale" in cui gli esponenti della catena di comando possono venire letteralmente immersi;
- sistema per la comunicazione con la popolazione in caso di eventi che riguardano la sicurezza civile.

Per permettere agli utilizzatori potenziali di scoprire questi strumenti, il Service départemental d’incendie et de secours des Alpes de Haute-Provence (SDIS 04) ha organizzato delle esercitazioni dimostrative, svoltesi giovedì 22 giugno 2017, presso la Direction Départementale des Services d’Incendie et de Secours, sita a Digne-les-Bains.

Esercitazione dimostrativa degli strumenti operativi

La prima parte della mattinata è stata dedicata alla presentazione del Progetto PRODIGE nella sua interezza (obiettivi, consorzio, budget, attività, ecc.) e poi alla descrizione, in sala, dei seguenti strumenti operativi:

- materiale per le trasmissioni satellitari che consente di creare una "bolla" di trasmissione, in Wi-fi, sul campo di una catastrofe quando le infrastrutture di comunicazione sono state colpite;
- sistema completo che consente l'analisi e la supervisione degli eventi di ampia portata con un'interazione tra gli operatori sul campo e la sala crisi dipartimentale: software Cartotactic per la condivisione della situazione tattica, materiali per videoconferenza, tavolo con touchscreen e schermi;
- piattaforma di realtà virtuale "Enhanced Virtual Environment" (EVE) che consente di simulare un evento di grande portata per la formazione e l'addestramento dei partecipanti.

Nella seconda parte della mattinata, è stata realizzata un'esercitazione dimostrativa per mettere in opera tutti i dispositivi, in collaborazione con il SDIS 05.



Figura 51: Presentazione del progetto agli operatori

Lo scenario dell'esercitazione

Il Riou Sec, nel corso di una piena torrenziale nel comune di Saint-Paul-sur-Ubaye, ha spazzato via una vettura berlina che stava attraversando un ponte sulle sue acque.

Il veicolo è bloccato nel mezzo dell'opera, contro le protezioni, in bilico, e il conducente è rimasto bloccato all'interno, senza possibilità di uscire. La forza dell'acqua impediva di aprire la portiera.



Figura 52: Scenario Saint-Paul-Sur-Ubaye

I soccorsi approntati via terra dal Centre de Traitement de l'Alerte – Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CTA – CODIS) erano così composti:

- 1 veicolo di soccorso e assistenza alle vittime;
- 1 camion cisterna antincendio;
- 1 veicolo leggero Utilitaria con 2 addetti al soccorso acquatico;
- 1 posto di comando.

A causa dell'evento climatico, le comunicazioni tra la zona di intervento e la sala crisi dipartimentale del CTA-CODIS non potevano aver luogo tramite i canali di comunicazione ordinari. Si è dunque deciso di dislocare il veicolo di trasmissione satellitare così da consentire di creare una "bolla" Wi-fi. Quest'ultima consente di ristabilire le comunicazioni tra il posto di comando sul luogo dell'incidente e la sala crisi dipartimentale del CTA-CODIS.

L'esercitazione è stata organizzata su tre **3 poli**, tutti situati presso il sito della Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours des Alpes-de-Haute-Provence:

- il **luogo di intervento** è stato riprodotto mediante la **piattaforma di realtà virtuale "Enhanced Virtual Environment"**, in una sala al piano terra. I partecipanti hanno potuto visualizzare la piena torrenziale, il veicolo incidentato con la vittima, così come le azioni delle squadre di soccorso. Il responsabile di ciascun gruppo impegnato era presente in sala per dirigere la propria squadra. Ciascuno interagiva via radio con il comandante delle operazioni di soccorsi che a turno si recava presso il posto di comando e sul luogo delle operazioni;



Figura 53: Simulazione di formazione con lo scenario di Saint-Paul-sur-Ubaye

- **un posto di comando (PC)**, posizionato di norma in prossimità della zona di intervento, è stato installato nel cortile della Direction Départementale. Si trattava di un PC di ultima generazione, messo a disposizione dal SDIS 05 ai fini della dimostrazione ai partecipanti. Il PC è dotato di un computer del SDIS 04 con schermo tattile che permette l'utilizzo del software Cartotactic. Tale software ha consentito di schematizzare la situazione tattica e di condividere le informazioni in tempo reale con il CTA-CODIS. Nel PC sono stati installati anche i materiali per la videoconferenza del SDIS 04 per consentire al comandante delle operazioni di soccorso e ai funzionari del CTA-CODIS uno scambio di informazioni agevole e di qualità. Il **veicolo di trasmissione satellitare**, acquisito nel quadro del Progetto PRODIGE, è stato attivato per l'esercitazione e posizionato nella immediata prossimità del posto di comando;



Figura 54: Veicolo di trasmissione satellitare

- **La sala crisi dipartimentale del CTA-CODIS**, che è sita al 1° piano della Direction Départementale. È dotata di un tavolo con touchscreen con software Cartotactic, collegato al computer del PC, anch'esso dotato del software Cartotactic. Entrambi visualizzano in tempo reale informazioni identiche che possono essere completate sia dal PC che dalla sala crisi. Le immagini del tavolo con touchscreen possono essere condivise con tutti i partecipanti del CTA-CODIS grazie alla proiezione su schermi a muro acquisiti nel quadro del Progetto PRODIGE.



Figura 55: Operatore nella postazione di lavoro

Questa organizzazione dell'esercitazione in 3 poli siti presso la Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours aveva come obiettivo quello di avere contemporaneamente un unico luogo di attività e offrire al pubblico una visione d'insieme delle operazioni così come dei materiali utilizzati simultaneamente nella zona dell'incidente e presso il CTA-CODIS.

Il pubblico dell'esercitazione è stato suddiviso in 3 gruppi che a turno si sono spostati nelle 3 zone dell'esercitazione. In questo modo, i partecipanti hanno potuto ottenere spiegazioni dettagliate sulle azioni in corso e osservare lo svolgimento delle operazioni sia dal punto di vista "del campo" che da quello della "sala crisi dipartimentale". Il funzionamento dei diversi strumenti è stato illustrato in dettaglio, consentendo di valutarne l'interesse e di apprezzare l'interconnessione in tempo reale. Il SDIS 04 ha coinvolto le società CRISE e Intergraph, che hanno sviluppato il simulatore EVE e il software Cartotactic, così da fornire ai partecipanti informazioni tecniche di qualità.

Esercitazione dimostrativa del simulatore "Enhanced Virtual Environment"

A corredo di questa prima sessione, sono state organizzate delle esercitazioni dimostrative del simulatore "Enhanced Virtual Environment" (EVE) nel pomeriggio cosicché i partecipanti potessero:

- scoprire gli altri scenari di formazione e addestramento disponibili;
- testare l'utilizzo dei cosiddetti head-mounted display **per la realtà virtuale** associati alla piattaforma EVE.

Hanno pertanto potuto provare la sensazione di immersione negli scenari che si può avere con l'uso di questi terminali. I partecipanti hanno altresì potuto misurare il realismo degli scenari in fase di creazione dei particolari, di scansioni laser del terreno e di fotografie aeree. In ultimo, hanno potuto constatare la polivalenza di questo strumento per la catena di comando, **scoprendo le molteplici situazioni che possono essere simulate.**



Figura 56: Operatore con head-mounted display

Test della messa in opera dell'applicazione "Field Reporting Tool"

Nella seconda parte del pomeriggio, è stato effettuato un test di messa in opera dell'applicazione "Field Reporting Tool", destinata a migliorare il coordinamento delle squadre sul campo, in collaborazione con la squadra dipartimentale di Sauvetage Déblaiement del SDIS 04 e dei Vigili del fuoco di Torino.



Figura 57: Field Reporting Tool su smartphone

Questa squadra dalla duplice nazionalità ha condotto a termine un esercizio sperimentale di ricerca di persone in collaborazione con il laboratorio di gestione crisi del Centro comune di ricerca della Commissione Europea, che ha sviluppato l'applicazione.

Tale applicazione consente la geolocalizzazione degli operatori così come la raccolta di informazioni e di fotografie geo-referenziate nel corso delle operazioni.

Ciascun soccorritore è dotato di un telefono con sistema operativo Windows su cui è stata caricata l'applicazione, con connessione a Internet tramite una "bolla" Wi-fi generata dal veicolo di trasmissione satellitare del SDIS 04.

La localizzazione dei soccorritori, i loro commenti e le immagini sono stati trasmessi in tempo reale sul sito Internet dedicato, riservato ai partecipanti e alla catena di comando. nel corso dell'esercitazione, il sito era visualizzato nella sala crisi dipartimentale del CTA-CODIS, tramite il tavolo con touchscreen e gli schermi a parete acquisiti nel quadro del Progetto PRODIGE. Ciò ha consentito al pubblico partecipante e ai funzionari del CTA-CODIS di condividere in tempo reale le medesime informazioni.



Figura 58: Dimostrazione dell'applicazione

I partecipanti hanno potuto scoprire le potenzialità di questo strumento e valutarne l'interesse, sia per delle operazioni di ricerca di persone in pericolo e di salvataggio e rimozione, a cui tale applicazione era originariamente destinata, sia per altre operazioni di ampia portata (incendi di foreste, inondazioni, ecc.), il cui settore di intervento è molto esteso e richiede la partecipazione contemporanea di numerose squadre di soccorso.

In aggiunta, l'esercitazione ha evidenziato, ancora una volta, l'esigenza di disporre di trasmissioni satellitari al fine di creare una "bolla" di comunicazione sul campo delle operazioni in assenza di reti, come avviene in numerosi settori di attività del dipartimento (alta montagna e altre zone non urbanizzate periferiche) o ancora in caso di malfunzionamento delle reti.

Presentazione del sistema della Città di Torino per l'allerta alla popolazione

In ultimo la polizia municipale della Città di Torino ha presentato la piattaforma che ha sviluppato nel quadro del Progetto PRODIGE per allertare i cittadini siti in zone colpite da una calamità.

Questo sistema consente, per il tramite di operatori italiani di telefonia, di localizzare tali persone grazie ai loro cellulari e di trasmettere loro informazioni sul comportamento da assumere e sugli sviluppi della situazione.



Figura 59: Presentazione per l'allerta dei cittadini

Bilancio della giornata dimostrativa

Nel corso delle dimostrazioni i 47 partecipanti (eletti, enti dello Stato e Vigili del fuoco della zona Alcotra) hanno potuto confrontarsi sui vantaggi e sulle possibili diverse applicazioni di questi nuovi strumenti per la gestione delle crisi. Hanno concluso che la collaborazione franco-italiana nel quadro del Progetto PRODIGE si è rivelata fruttuosa e che può contribuire a creare una **risposta transfrontaliera di gestione delle crisi** più efficace in occasione di futuri eventi di ampia portata.

2.2.5. Esercitazioni a Torino

Le sessioni di formazione condotte nel quadro del progetto PRODIGE hanno evidenziato l'elevato potenziale della realtà virtuale come strumento in grado di rafforzare l'efficacia dei meccanismi di apprendimento, in particolare nel campo della sicurezza e gestione delle emergenze, riducendo sensibilmente i costi delle esercitazioni e consentendo la possibilità di introdurre elementi aggiuntivi di difficoltà in itinere (cambio del vento, esplosioni locali, cedimenti strutturali degli edifici, ecc.). Oltre a tali elementi, gli scenari virtuali possono essere associati a strumenti per la valutazione dello stress psico-fisico dei candidati (es. braccialetti per la misurazione della temperatura e dei battiti) e fornire un quadro più approfondito sulle attitudini di apprendimento dei candidati. In ultimo, la realtà virtuale consente l'interazione simultanea di forze provenienti da varie specializzazioni (118, Protezione Civile, polizia, ecc.) nonché da varie nazioni, abbattendo non solo le barriere transfrontaliere ma anche i confini Europei e mondiali. Un domani la protezione civile Italiana potrebbe decidere di condividere le proprie capacità ed eccellenze insegnando "sul

campo” (virtuale) alla protezione civile Tedesca/Sudamericana/Thailandese semplicemente interconnettendo gli operatori attraverso i visori e la rete, e apprendendo a sua volta i rispettivi punti di forza di altre nazioni.

Gli sviluppi di questa tecnologia risultano dunque estremamente promettenti, i risultati raggiunti nel progetto PRODIGE sono il primo passo verso una nuova concezione di formazione che sarà sempre di più diffusa negli anni a venire. È evidente che in questo momento la realtà virtuale non può sostituire interamente le esercitazioni sul campo, ma è vero anche che reiterare uno scenario virtuale con frequenza giornaliera può dare già adesso agli operatori un livello di preparazione molto alto, a costi praticamente inesistenti. Una volta sul campo, gli operatori conosceranno alla perfezione le procedure, i veicoli, gli equipaggiamenti ed il territorio, e saranno estremamente abili nel coordinarsi sul campo valorizzando al massimo le diverse specializzazioni tecniche in gioco.

Formazione per la Protezione Civile ed i tecnici del Comune di Cuneo

Nei giorni del 6 e 7 settembre 2017 sono state organizzate due giornate formative per per la Protezione Civile ed i tecnici del Comune di Cuneo, con l’ausilio delle piattaforma PRODIGE ed in particolare l’attrezzatura tecnologica disponibile presso i locali di SITI (VR Lab e Auditorium).

Le giornate hanno visto sessioni di formazione teorica sulla tecnologia in realtà virtuale alternarsi a sessioni di formazione pratica sulla gestione dell’emergenza e sulle procedure di protezione civile, in particolare legate alla evacuazione e messa in sicurezza dell’area. L’ing. Migliorini e la dott.ssa Filieri di SITI hanno svolto il ruolo di “formatori” rispettivamente per le due sessioni teorica e pratica.



Figura 60: Sessioni di Formazione per la Protezione Civile del Comune di Cuneo

Le sessioni di formazione hanno visto la simulazione in ambiente virtuale dell'inondazione del Parco Fluviale di Gesso e Stura (Cuneo) attraverso la prospettiva di un membro della protezione civile, al quale veniva richiesto di operare correttamente le procedure di evacuazione dell'area, transennamento degli accessi e soccorso dei feriti.

La realtà virtuale ha consentito di "fare vivere" in prima persona agli operatori l'evento e operare fisicamente le azioni di intervento. La dimostrazione ha raccolto feedback positivi e suggerimenti importanti per implementare nuovi scenari, quali ad esempio la formazione avanzata sull'impiego di veicoli ed equipaggiamenti speciali (pompe di drenaggio, veicoli di soccorso, ecc.).

Formazione per la Polizia Municipale

Il giorno 8 Settembre 2017 si è tenuta una giornata di formazione dedicata agli operatori di Polizia: sono intervenute in particolare la Polizia Municipale dei comuni di Torino, Orbassano, Volvera, Vinovo, Chivasso, Romano Canavese, e Scarmagno. La formazione è stata focalizzata sulle operazioni di evacuazione e messa in sicurezza dell'area del Parco Dora a seguito di un allarme diffuso attraverso la radio locale circa l'imminente arrivo di una nuvola tossica sul luogo, proprio mentre si svolgeva un concerto. Lo scenario in realtà virtuale ha consentito agli operatori di localizzare le persone presenti al concerto e condurle all'interno delle aree di sicurezza, operando all'interno di una riproduzione virtuale perfettamente fedele del Parco Dora.



Figura 61: Sessioni di Formazione per le Forze di Polizia

Formazione per l'Aeronautica Militare

Il giorno 13 Settembre 2017 è stata realizzata una giornata di formazione tecnica per gli specialisti dell'Aeronautica Militare. Lo scenario presentato simulava un incidente all'interno di un aeroporto, con intervento degli operatori anti-incendio e CBRN.



Figura 62: Sessioni di Formazione per l'Aeronautica Militare

3. Opportunità strategiche per il futuro

3.1. Sinergia con gli strumenti *Emergency Management* sviluppati dal JRC di ISPRA

All'interno dell'ambito del progetto PRODIGE, il JRC (Joint Research Center – European Commission), ha testato l'utilizzo della piattaforma di comunicazione Field Reporting Tool (FRT), insieme allo SDIS 04 (Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes de Haute-Provence).

Questo strumento è stato utilizzato nell'ambito di una simulazione di una missione di ricerca e soccorso e integrato con altre tecnologie sviluppate nell'ambito del progetto PRODIGE, dimostrato a Digne dallo SDIS 04.

A giugno 2016, il JRC e il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco italiano (CNVVF) hanno sottoscritto un accordo di collaborazione con i seguenti obiettivi primari:

- Ottenere i dati scientifici necessari a una migliore comprensione del processo che integra la gestione delle informazioni sulla crisi dalla prima notifica all'osservazione diretta fino alla risoluzione.
- Potenziare il coordinamento e l'efficacia della collaborazione tra gli enti e organi operativi nell'ambito della Protezione Civile e il JRC nel campo della Gestione delle Crisi.
- Promuovere gli interessi comuni e la collaborazione per la comprensione e la risoluzione di questioni legate alla user experience e all'efficacia delle interfacce Uomo-Macchina.

Per conseguire i suesposti obiettivi è stato stabilito di procedere con le seguenti azioni:

- Sviluppo congiunto di approcci innovativi ed economicamente efficienti per migliorare le attività di comunicazione e trasmissione e di gestione della Sala di Controllo. I Vigili del Fuoco italiano metteranno a disposizione del JRC quanto sviluppato in quest'ambito per promuoverne l'adozione da parte degli Stati membri.

- Scambio di informazioni scientifiche e tecnologiche adeguate, tramite i test sul campo delle soluzioni software sviluppate, con almeno tre esercizi per valutare il software fornito dal JRC. Le attività includono l'analisi del paradigma della Sala Crisi Mobile (implementazioni attuali e future).
- Armonizzazione di descrizioni e raffigurazioni delle informazioni; scambio e promozione dei metodi correlati agli utilizzatori finali a livello internazionale.

È stato sviluppato uno strumento denominato Field Reporting Tool (nel prosieguo FRT) per offrire ai primi soccorritori la capacità di condividere le informazioni raccolte sul campo in maniera agevole e tempestiva sulla base di due fattori fondamentali:

- Le informazioni devono essere geo-referenziate. Ciò non solo per consentire, come già comprovato, una visualizzazione più efficace: la georeferenziazione migliora la gestione delle risorse dispiegate sul campo senza richiedere alcuna specifica attività da parte degli operatori, essendo questo tipo di riferimento già incluso nelle operazioni abitualmente svolte.
- Le informazioni devono avere un contenuto di valore dal punto di vista multimediale, contribuendo in tal modo, in remoto, a una migliore comprensione della situazione in essere.

Sulla base delle esperienze pregresse, l'implementazione di riferimento prevede funzionalità aggiuntive, tra cui:

- Tracking: utilizzando le informazioni GPS tutte le attività degli operatori sono monitorate consentendo così di seguire le operazioni sul campo. Ciò consente di migliorare la qualità delle attività di ricerca e soccorso.
- Generazione automatica dei rapporti: tutte le informazioni raccolte sono inserite in un modello e utilizzate per redigere un rapporto delle attività svolte.
- L'interoperabilità con altri sistemi è garantita grazie alla possibilità di importare ed esportare i dati nei principali formati di dati in uso.

Ad agosto 2016 l'Italia è stata scossa da un terremoto nel corso della notte. La gestione dei primi soccorsi è stata particolarmente difficile in quanto non vi erano mezzi per stabilire l'esatta posizione delle squadre intervenute. La mancanza di corrente elettrica non consentiva di tracciare gli spostamenti urbani e le sale Crisi avevano scarsa conoscenza dei comuni coinvolti; tutto ciò ha evidenziato la necessità per le squadre sul campo di trasmettere queste informazioni nell'ambito del proprio impegno per fornire il primo supporto alle popolazioni coinvolte.

A quella data, lo sviluppo del FRT era già in fase avanzata, sulla base di requisiti chiaramente identificati:

- Geolocalizzazione: tutte le attività svolte dall'operatore, e conseguentemente tutti i dati condivisi con i Crisis Manager, dovevano essere fornite con un riferimento geografico.

- **Multimedialità:** per supportare i Crisis Manager nella creazione di un Quadro Operativo Comune, fotografie, video e audio risultano necessari per una migliore comprensione della situazione.
- **Facilità d'uso:** l'applicazione deve offrire un approccio agevole e rapido alle principali funzionalità. Le caratteristiche più avanzate e complesse sono disponibili all'interno della navigazione, dei menù e di altri mezzi comuni.
- **Basso profilo:** l'applicazione non deve richiedere, per il proprio funzionamento, dispositivi specifici, costosi o fragili.
- **Interoperabilità:** la piattaforma deve operare sulla base di protocolli e formati comunemente adottati per rafforzare la capacità di condivisione delle informazioni con altri sistemi.
- **Identità:** l'applicazione deve essere riconoscibile dall'operatore come proprietaria; pertanto l'identità visiva degli operatori deve essere di facile implementazione e la piattaforma deve essere tradotta in molteplici lingue della UE.

A corredo degli eventi l'operatore ritrova una raccolta di elementi multimediali. Tra questi ricordiamo:

- **Fotografie,** archiviate nei formati utilizzati dalle fotocamere dei dispositivi mobili, presentate sotto forma di thumbnail, così da consentire all'operatore di ingrandirle. L'operatore deve essere in grado di inserire un nuovo evento semplicemente scattando una foto. A un evento possono essere aggiunte diverse fotografie, sia utilizzando la fotocamera sia caricandole dalla memoria del dispositivo. Il sito web deve aggiungere come overlay l'orario e le coordinate della posizione e possibilmente un logo come menzione del copyright.
- **Suoni,** sulla base dei diritti d'autore non tutti i formati possono risultare disponibili (es. il formato mp3 può essere limitato). Tutte le interfacce utente devono consentire la riproduzione dei suoni. L'operatore deve essere in grado di inserire un nuovo evento semplicemente registrando un suono. A un evento possono essere aggiunti diversi suoni, sia utilizzando il microfono sia caricandoli dalla memoria del dispositivo.
- **Video,** archiviati nei formati utilizzati dalle fotocamere dei dispositivi mobili; le dimensioni possono essere rilevanti e pertanto all'operatore deve essere raccomandato di limitare la durata della registrazione. Tutte le interfacce utente devono consentire la riproduzione dei video. L'operatore deve essere in grado di inserire un nuovo evento semplicemente registrando un video. A un evento possono essere aggiunti diversi video, sia utilizzando la fotocamera sia caricandoli dalla memoria del dispositivo.
- **Documenti;** devono essere supportati almeno i formati pdf, word ed excel, stante che sono utilizzabili su tutti gli smartphone. A un evento possono essere aggiunti diversi documenti, selezionandoli dalla memoria del dispositivo.

Le interfacce utente devono essere sviluppate nel rispetto delle best practice per garantirne l'usabilità e per agevolare la curva di apprendimento. Le dimensioni dei tasti dei comandi devono essere abbastanza ampie da consentire di utilizzare il software senza una penna o uno stilo, ma non abbastanza da permettere l'uso con i guanti. Tutte le principali funzionalità devono essere disponibili sull'interfaccia principale, incluso:

- Ritorno alla visualizzazione della mappa
- Accesso all'elenco delle missioni
- Inserimento di un nuovo evento
- Centratura su un evento/missione o sulla posizione dell'operatore a seconda del caso
- Salvataggio/caricamento dei dati della missione
- Avvio/interruzione del tracking, ove appropriato
- Accesso alle opzioni di configurazione

La visualizzazione della mappa deve consentire l'uso di diversi materiali di riferimento, tra cui fotografie aeree/da satellite e dati del rendering di strade/elementi geografici. L'operatore deve scegliere il riferimento utilizzando le opzioni di configurazione.

Le interfacce utente utilizzano impostazioni di sistema per quanto possibile conformi alle preferenze dell'operatore. Le impostazioni aggiuntive permettono di selezionare la visualizzazione delle coordinate, in forma di gradi decimali o di grado, minuti e secondi, e la visualizzazione dei riferimenti temporali sotto forma di ora locale o come Universal Time Coordinates (UTC).

L'utilizzo di un sito web come hub per le informazioni richiede l'impiego di un protocollo http(s) per il trasferimento dei dati alla e dall'applicazione mobile. Il trasferimento dei dati utilizza i formati xml (georss) o json (geojson) che costituiscono i formati di dati principali e più ampiamente adottati per simili applicazioni.

Ove non sia necessario l'uso dell'applicazione mobile, il formato standard dei dati deve essere gestito dalla piattaforma. Il sito web deve offrire i mezzi per l'esportazione delle informazioni nei formati geografici standard (GPX, Shapefile, KML/KMZ).

Il sito web deve altresì produrre una relazione in bozza con tutte le informazioni di una missione, incluse mappe e fotografie. Il documento così generato deve essere in un formato compatibile con MS Word, editabile dall'operatore che integra i contenuti.

Il prototipo sviluppato in collaborazione con il CNVVF è stato utilizzato per mettere a punto il design e per valutare quali scelte tecniche fossero più adatte a soddisfare i requisiti degli operatori. Grazie a questa piattaforma, con un solo pacchetto di app e un solo store si possono raggiungere tutti i dispositivi che funzionano con Windows 10.

Per accedere all'archivio centrale delle informazioni, implementato nell'applicazione web, l'operatore deve autenticarsi. Questo passo non è richiesto per lo svolgimento delle attività più semplici, ma l'applicazione richiede comunque la conferma dell'identità dell'operatore. Il processo di autenticazione si svolge in rete e non è pertanto possibile richiederlo per tutti gli utilizzatori del FRT per non imporre la connettività per tutti gli usi: il FRT deve essere disponibile in ogni momento, anche in assenza di connettività.

Per questo motivo, ottenuto un esito positivo dell'autenticazione in rete, all'operatore è richiesto di digitare un PIN per sbloccare l'applicazione e operare come operatore precedentemente autenticato. L'operatore può modificare l'identità in qualsiasi momento procedendo a una nuova autenticazione completa.

Sono stati implementati tutti i mezzi per proteggere le informazioni di autenticazione: quando si utilizza un canale in chiaro (http) la password è archiviata in una tabella hash insieme ad altre informazioni, altrimenti è inviata come testo nel caso di un canale criptato (https).

L'interfaccia utente è articolata attorno a un'area principale che visualizza la mappa, i browser o i parametri di configurazione. Per spostarsi da una schermata all'altra è sufficiente toccare lo schermo una o due volte.

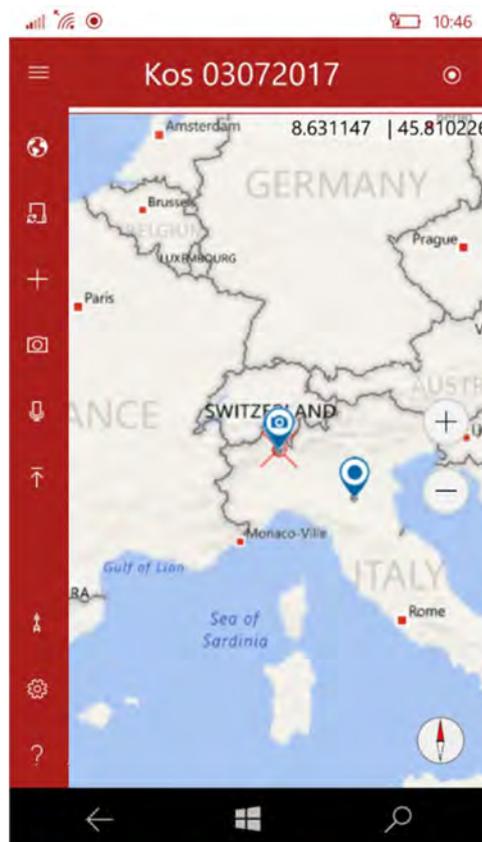


Figura 63: Interfaccia utente principale

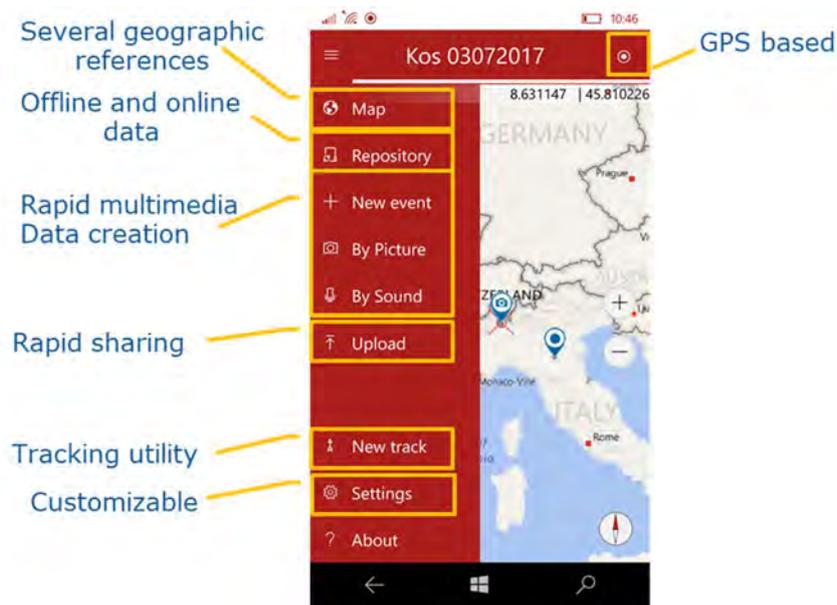


Figura 64: Interfaccia utente con menù e spiegazioni

Al fine di offrire un riferimento all'operatore, il menù laterale è autoesplicativo

Sulla mappa le informazioni relative alla missione in corso sono visualizzate unitamente ad altre informazioni selezionabili dall'operatore, quali quelle relative a missioni precedenti o a un'altra missione dell'operatore, scaricate dal server. Il formato della missione è abbastanza semplice da consentire di integrare altri dati quali i riferimenti geografici. Tutte le icone si riferiscono a un evento e mostrano chiaramente la presenza di allegati multimediali. Le tracce della missione in corso sono riportate in colori più vivi rispetto alle tracce delle altre missioni. Un simbolo a forma di croce rossa identifica la posizione dell'operatore. In sua assenza, l'operatore può centrare la posizione sulla mappa utilizzando l'apposito tasto nell'angolo superiore destro.

L'operatore può accedere all'archivio locale delle missioni per selezionare la missione in corso, per creare una nuova missione o ancora per accedere all'archivio remoto. Questa è l'unica azione che richiede una connessione a Internet.

Di norma l'operatore si concentra su una singola missione. L'applicazione web presenta tutte le informazioni contemporaneamente, sincronizzando la mappa con l'elenco sulla sinistra. È possibile navigare tra i singoli eventi ed evidenziarli sulla mappa, visualizzando e scaricando i corrispondenti allegati. Si noti che le fotografie caricate in archivio sono analizzate per estrarne l'orario e le informazioni geografiche da riportare in sovrimpressione. In via opzionale può essere apposto un logo per il copyright sulla fotografia stessa.



Figura 65: Pagina di visualizzazione della missione

Una funzionalità importante dell'applicazione web si riferisce alla capacità di esportare i contenuti della missione in diversi formati ampiamente diffusi: KML/KMZ, Shapefile, GPX, GeoRSS. L'intero contenuto della missione può essere scaricato come file ZIP.

Si può inoltre generare un rapporto in bozza delle attività sulla base di un modello in MS-Word. Tale rapporto include tutti i dati relativi all'attività, incluse le mappe generali e una scheda per ciascun evento con le informazioni del caso e le fotografie allegate.

Esercitazione

In data giovedì 22 giugno 2017, il SDIS 04 ha organizzato una serie di Esercitazioni dimostrative degli strumenti sviluppati nel quadro del Progetto Europeo Prodigé.

Nel corso della mattinata i partecipanti sono stati invitati a seguire le attività per la gestione di un camion uscito di strada, come avvenuto realmente in passato. Questo esercizio si è svolto utilizzando gli strumenti per migliorare lo scambio e l'elaborazione delle informazioni tra il posto di comando operativo sito nell'area dell'incidente e il centro dipartimentale antincendio e di soccorso: tra questi strumenti ricordiamo quelli per la trasmissione ("bolla" wi-fi), il software "Cartotactic" per la condivisione della situazione tattica, ecc.

Il posto di comando operativo è una soluzione mobile per la gestione delle crisi implementata con modalità a container come illustrato nelle fotografie alla pagina seguente che ne mostrano l'organizzazione interna.

La "bolla" Wi-Fi è un elemento fondamentale per fornire connettività nell'area dell'incidente: un veicolo è dotato di una parabola per il collegamento a Internet tramite la rete satellitare e per trasmettere questo collegamento ad altri dispositivi. Attualmente questa soluzione prevede una connessione per dati e VOIP, ma esiste già un terzo canale riservato alle comunicazioni radio. L'attuale contratto per il satellite prevede 40Mb in downstream e 6Mb in upstream per soddisfare le esigenze di SDIS04 rispetto al costo del servizio. È possibile aumentare la banda a fronte di costi superiori.



Figura 66: Unità bolla Wi-Fi

Tutte le attività del FRT sono state monitorate in remoto: il collegamento è stato reso possibile dalla tecnologia della "bolla" Wi-Fi dimostrata nel corso della mattinata. Seppure il sito web non mostrasse le informazioni (per un problema tecnico risolto il giorno seguente), vi è stato uno scambio di dati con la centrale operativa e tutti gli utilizzatori si sono dichiarati entusiasti delle capacità del sistema.

Per simulare la persona da cercare è stato impiegato un manichino.

Nel corso delle attività di ricerca e soccorso sono state raccolte e pubblicate sul sito web numerose informazioni, anche se l'attività si è svolta in soli quindici minuti: tre testi, otto fotografie, nove registrazioni e un video. Tutte le informazioni raccolte sono risultate immediatamente disponibili e l'applicazione ne ha permesso l'aggregazione, indicando in dettaglio quale area era già coperta.



Figura 67: Il team disposto sul campo



Figura 68: Il manichino viene trovato e messo in salvo

Il tempo dedicato a questa dimostrazione non ha consentito di intervistare gli operatori coinvolti né di compilare i moduli di valutazione; ciò nonostante, nel corso del debriefing gli operatori hanno mostrato di apprezzare lo strumento, principalmente per il fatto della tempestiva condivisione delle informazioni, ma anche per un più agevole reporting: tutte le informazioni sono state facilmente e rapidamente integrate nell'attività, senza rallentare le operazioni di ricerca e soccorso.

Il FRT ha dimostrato di essere ormai pronto per essere largamente utilizzato nelle attività quotidiane e in quelle straordinarie. Ne è stata dimostrata la facilità d'uso, con gli operatori sin da subito in grado di apprendere le funzionalità di base.

Allo stato attuale, il JRC e lo SDIS04 stanno finalizzando l'accordo di collaborazione per avviare quanto prima il test approfondito dello strumento. Nel frattempo sono stati compiuti alcuni passi per utilizzare il prototipo su base Windows per sviluppare una nuova versione, funzionante anche su dispositivi con sistema operativo

iOS e Android. Questa nuova versione richiederà anch'essa test approfonditi, ma l'attenzione si concentrerà principalmente sulla risoluzione di eventuali bug, stante che le funzionalità e caratteristiche saranno già state completamente definite grazie al feedback degli operatori.

3.2. Supporto alle tesi per la ricerca con avvio di scenari sperimentali

All'interno del contesto del progetto Prodiges, per la gestione delle emergenze che coinvolgono l'area transfrontaliera tra Italia e Francia, sono stati avviati alcuni percorsi di tesi volti a rafforzare il concetto di training e sustainability sulla base di tecnologie per la realtà virtuale e protocolli per la condivisione dei dati secondo standard europei.

Il progetto ha previsto la realizzazione di uno scenario in realtà virtuale rappresentativo di una situazione di emergenza all'interno del Tunnel Fréjus, più precisamente di un incendio massivo causato da un incidente, che si diffonde progressivamente attraverso il tunnel coinvolgendo veicoli e persone.

Lo scenario è di tipo "serious game" (interazione immersiva del corpo e degli arti), e, a differenza degli scenari mostrati finora, il target primario sono gli utenti del traforo. L'obiettivo principale consiste nel comunicare alle persone le procedure da seguire per tutelare la loro sicurezza durante l'emergenza, facendo direttamente "vivere" loro la situazione e le conseguenze delle loro azioni.

Tra i risultati attesi del progetto, la dimostrazione dei vantaggi effettivi che la tecnologia VR può portare nei processi di gestione delle emergenze, con particolare riferimento alle tecniche di comunicazione ed enforcement delle procedure di sicurezza verso i cittadini, riducendo al minimo i rischi per le persone e massimizzando l'efficacia delle operazioni delle Autorità preposte all'intervento (in particolare la Protezione Civile).

Realizzazione

Si è partiti con la definizione di uno storyboard che ha poi portato alla costruzione della simulazione.

All'avvio dell'applicazione, l'utente si trova a bordo del proprio veicolo in viaggio all'interno del tunnel, e dopo una curva è costretto a frenare a causa di alcune auto in coda dietro all'autocarro fermo nella propria corsia di marcia.

L'utente potrà liberamente interagire con lo scenario e potrà cercare di portare a termine la simulazione seguendo le indicazioni della brochure.

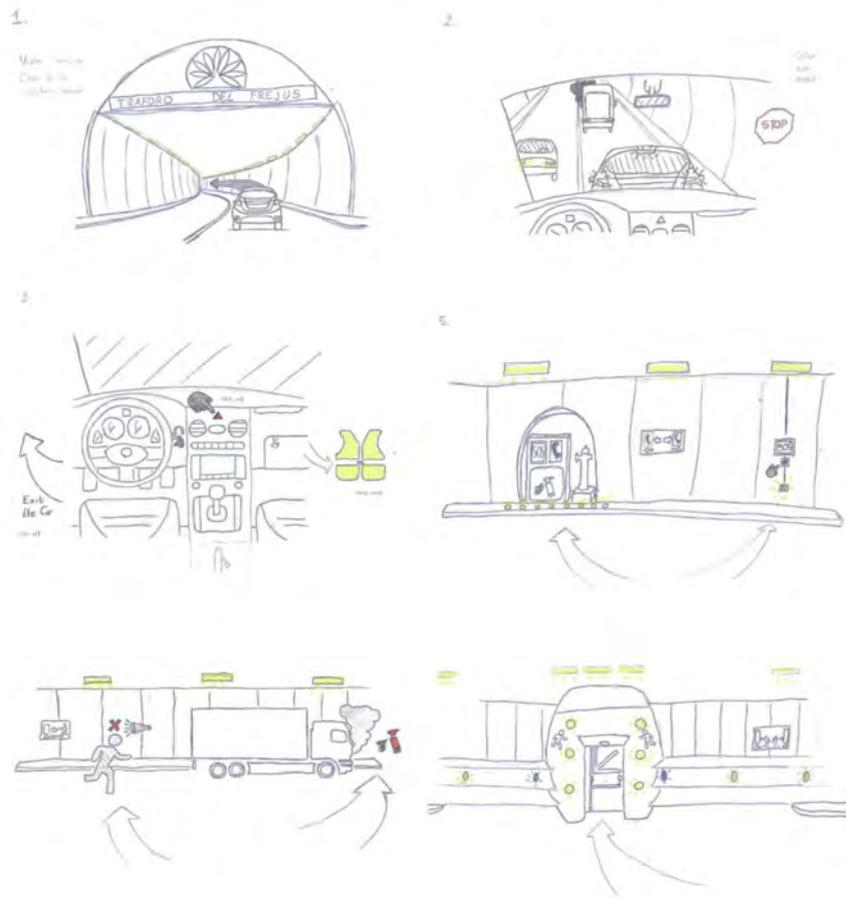


Figura 69. Storyboard dell'applicazione



Figura 70. Brochure consegnata all'ingresso del Traforo che illustra le norme di sicurezza

Al termine della simulazione ne viene fatto un resoconto, il quale mette in evidenza gli errori dell'utente.

Durante la realizzazione dello scenario si è puntato molto sul realismo. Per fare ciò, è stato necessario innanzitutto riuscire a realizzare una rappresentazione virtuale del tunnel più realistica possibile dal punto di vista sensoriale. È stata eseguita una visita al traforo per raccogliere foto, suoni, piantine e tutte quelle informazioni vitali per la replicabilità del tunnel in tutte le sue parti.



Figura 71. Foto scattate dentro al Traforo



Figura 72. Riproduzione del Traforo nello scenario

Risorse/Conflitti/Ostacoli

Pulsante Frece di Emergenza	Il pulsante frecce di emergenza attiverà tale funzione , e permetterà di scongiurare un successivo tamponamento da parte del veicolo che sorraggiungerà da dietro
Chiave di Accensione	La chiave di accensione consente di spegnere il veicolo, permettendo al motore di raffreddarsi, ritardando una eventuale propagazione delle fiamme. Nel caso avvenga il tamponamento a motore acceso, ciò causerà immediatamente un incendio
Maniglia della porta	La maniglia della porta permetterà di uscire dal veicolo, proseguendo con la simulazione. Se si rimane nel veicolo, ci si espone a due possibilità: <ul style="list-style-type: none"> • Intossicazione da fumi • Il veicolo prende fuoco

Tabella 7: Interazioni disponibili all'interno del proprio veicolo

Allarme antincendio	L'allarme antincendio, posizionato sulle colonnine SOS, permette di fermare il traffico in tutto il tunnel
Porta della nicchia di sicurezza	Aprire lo sportello di una nicchia di sicurezza dà l'accesso al telefono ed all'estintore.
Telefono nella nicchia di sicurezza	Col telefono si possono chiamare i soccorsi e dare l'allarme
Estintore	L' estintore permette di spegnere il fuoco, ma può esaurirsi
Porta del rifugio	Si può entrare nel rifugio per evitare il fumo e questo comporta il termine della simulazione

Tabella 8: Interazioni disponibili all'interno del tunnel

Sezione standard	Unità base del tunnel
------------------	-----------------------

Sezione con colonnina SOS	Unità base comprendente la colonnina del pulsante dell' allarme antincendio
Sezione con nicchie di sicurezza	Unità comprendente una nicchia di sicurezza per lato
Sezione con rifugio	Unità comunicante con un rifugio di sicurezza ventilato

Tabella 9: Sezioni di tunnel disponibili

Camion	Il mezzo pesante da cui l'incendio si svilupperà, è diviso in sezioni: <ul style="list-style-type: none"> • Corpo principale • Porta DX, SX e Retro • Telone • Serbatoio • Ruote
Macchina guidabile	La macchina su cui partirà l'utente, divisa in: <ul style="list-style-type: none"> • Corpo principale • Porta DX e SX • Ruote • Bagagliaio
Macchine secondarie	Altri veicoli in movimento presenti nel tunnel, composti da: <ul style="list-style-type: none"> • Corpo Principale • Ruote

Tabella 10: Tipi di Veicoli

Personaggi non giocabili

Le procedure in caso di incendio non specificano comportamenti particolari da assumere nei confronti di altri individui coinvolti. Tuttavia, una interazione ideale potrebbe essere quella di dover entrare in contatto coi civili fermi per spingerli a scappare verso il rifugio, oppure il dover soccorrere un determinato individuo.

Implementazione

Per la camminata sono stati implementati tre metodi:

- Virtualizer: struttura per la camminata libera



Figura 73. Pedana

- Arm-Swinging: integrazione della simulazione di camminata nei controller principali. Il movimento è dato dall'oscillazione delle braccia.
- Foot-Swinging: camminata simulata mediante movimenti dei piedi sul posto. Questo metodo ha richiesto due controller aggiuntivi, poi sostituiti da due Tracker, collegati direttamente alle gambe mediante supporti appositamente progettati.



Figura 74. Supporto modellato con l'ausilio di Blender e di una stampante 3D

Logica del Fuoco

Il player può ricevere due tipi di danno:

Bruciatura	Danno istantaneo causato dal contatto con una fiamma, dipendente dalla tipologia di fuoco
Intossicazione	Danno lieve ma reiterato nel tempo, continuativo se non ci si allontana dal fumo (ad esempio entrando in un rifugio)

In assenza di danno per alcuni secondi, il player tenderà a ristabilirsi lentamente.

Per aumentare il realismo dell'esperienza e l'awareness dell'utente nei confronti del rischio, alcuni avvenimenti porteranno al termine immediato della simulazione come, ad esempio, essere investito da un veicolo od avvicinarsi al fronte di incendio principale.

La propagazione dell'incendio viene gestita tramite script applicati sia al singolo, o alla singola parte di un oggetto che deve poter prendere fuoco, sia ai vari particellari che possono concorrere alla propagazione (fuoco e fumo).

Un *oggetto bruciabile* è caratterizzato da:

- Temperatura
- Temperatura di Ignizione
- Coefficiente di Trasmissione
- Integrità

Un *particellare di fuoco* è caratterizzato da:

- Temperatura
- Danno (verso Player o NPC)

Un *particellare di fumo* è caratterizzato da:

- Temperatura
- Tossicità (verso Player o NPC)

Se la **temperatura** di un oggetto raggiunge la **temperatura di ignizione**, l'oggetto inizierà a bruciare.

La **temperatura** può salire per contatto diretto con una fiamma o tramite **irraggiamento** (contatto con particelle di fumo calde); il passaggio di calore è condizionato dal **coefficiente di trasmissione del calore** che

regola la velocità con cui la temperatura dell'oggetto aumenta. Quindi se una particella di un sistema particellare di tipo fuoco/fumo tocca un oggetto combustibile, e se la temperatura dell'oggetto è inferiore a quella della particella, avverrà un passaggio di calore istantaneo di un grado moltiplicato per il coefficiente di trasmissione dell'oggetto.

Un oggetto a temperatura superiore a quella ambiente tenderà a perdere calore costantemente fino ad essere in equilibrio, ed allo stesso tempo guadagnerà costantemente calore nel caso fosse in fiamme. Il valore di temperatura che può guadagnare o perdere ogni secondo è dato dalla formula seguente:

$1^\circ * \text{coefficiente di trasmissione} * \text{valore random tra } 0.5 \text{ e } 1.5;$

Una volta acceso, un corpo perde costantemente *integrità*, la quale rappresenta la quantità di combustibile rimasta da bruciare; quando arriva a zero, il fuoco si spegne, e se l'oggetto è marcato come *destroyable* viene rimosso dallo scenario. All'integrità dell'oggetto è anche collegato un coefficiente di crossfade fra la texture originale dell'oggetto ed una texture rappresentante l'oggetto bruciato.

Tramite l'estintore si può far scendere la temperatura di un corpo in fiamme, ed il fuoco si può spegnere portandolo ad una temperatura inferiore al valore di ignizione (garantendo poi qualche secondo di non infiammabilità).

L'incendio principale che si svilupperà nel tunnel a partire dal camion verrà gestito con una logica diversa, in modo da permetterne un'evoluzione visiva.

Valutazione

Al termine della progettazione lo scopo ultimo sarà quello di:

- Valutare l'enforcement nella comunicazione delle procedure di sicurezza verso i cittadini, in aggiunta ai metodi attualmente adottati, come per esempio la brochure consegnata all'ingresso. Si auspica di poter disporre di più gruppi di tester (circa 15 persone per gruppo) e di svolgere la simulazione facendo prima leggere la brochure ad un gruppo e non facendola leggere all'altro; in questo modo si otterrebbe una sola valutazione dell'impatto dello strumento brochure. Alternativamente si potrebbe far leggere alla prima metà dei tester la sola brochure, mentre la seconda metà si sottoporrebbe anche alla simulazione in realtà virtuale; così si punterebbe a valutare l'apporto positivo dato dalla fruizione dell'applicazione. In entrambi i casi lo scopo rimane quello di misurare e confrontare gli errori dei gruppi, per valutare se con l'ausilio della applicazione si rilevino miglioramenti concreti.
- Valutare, in parallelo al punto precedente, i diversi metodi di interazione Uomo-Macchina implementati (Arm-Swinging, Foot-Swinging, Pedana), facendo svolgere il test sempre per gruppi di 15 ma ognuno con un metodo diverso per poi misurare la risposta dell'utente.
- Valutare la qualità della simulazione in termini di Cybersickness e Immersività, anche in relazione a quale tra le tre tecniche sopra citate è stata utilizzata durante il test.

- Visualizzare e misurare la sicurezza della struttura e l'esperienza al suo interno da parte dell'utente tramite il questionario già disponibile presso i rifugi del traforo.

Sviluppi futuri

L'obiettivo a lungo termine sarà quello di eseguire una implementazione ed integrazione anche per gli operatori del corpo dei Vigili del Fuoco.

3.3. Progetti futuri all'interno dei programmi di finanziamento Europei

Il Progetto PRODIGE ha posto le premesse per una serie di sviluppi nei campi della ricerca e dell'operatività. Si tratta di iniziative eleggibili per finanziamenti della Commissione Europea: non solo iniziative di tipo transfrontaliero italo-francese, ma anche progetti multinazionali nei quali il territorio Alcotra può ambire a diventare "area di sperimentazione" dei risultati conseguiti ad esempio con la ricerca Horizon2020.

Si possono individuare **tre assi di azione**:

- Sviluppo della piattaforma di realtà virtuale realizzata con il Progetto PRODIGE;
- Interoperabilità dei sistemi di informazione e comunicazione operativa;
- Realizzazione di contesti pilota di valenza operativa ed applicativa, orientati alla replicabilità.

Sviluppo della piattaforma di realtà virtuale realizzata con il Progetto PRODIGE

La resilienza dei territori è soprattutto funzione della formazione degli operatori, che determina la loro capacità di intervenire efficacemente nelle diverse situazioni di crisi.

Non si tratta soltanto di costruire percorsi formativi, ma anche di abilitare una sistematica ripetizione operativa dei protocolli di intervento, in modo da "allenare" le squadre sia in termini di padronanza delle procedure sia in termini di attitudine psicologica ad affrontare le emergenze. Servono quindi strumenti di formazione efficienti e in grado di coinvolgere il maggior numero possibile di operatori, favorendo il lavoro di squadra e moltiplicando le esercitazioni.

Le tecnologie di Realtà Virtuale rappresentano pertanto una grande opportunità per rendere più efficace il sistema di formazione per la gestione delle emergenze.

All'interno della realtà virtuale gli operatori possono comunicare, muoversi da un punto a un altro di una mappa geo-referenziata, compiere azioni, guidare veicoli, interagire con gli oggetti, gli eventi e gli altri giocatori presenti nell'ambiente, tutto in tempo reale. Ogni operatore è in grado di vedere gli altri operatori e le loro azioni e può reagire compiendo a sua volta altre azioni, il tutto in un ambiente 3D che riproduce fedelmente quello reale.

L'impiego di tecnologie in realtà virtuale apre dunque nuovi orizzonti nel campo della gestione delle crisi, dove l'aspetto cruciale è quello di ottimizzare l'interazione di diversi attori che cooperano in un lasso di tempo molto breve dovendo fronteggiare scenari imprevedibili ed in continua evoluzione. Si apre pertanto l'opportunità di sviluppare protocolli di Realtà Virtuale di tipo **multi-actor**, che risultino compatibili con l'attuale sistema CRISE in uso agli SDIS (*Services Departemental d'Incendie et de Secours*) francesi e che siano in grado di abilitare i protocolli in uso presso la protezione civile italiana.

La realtà italiana presenta un maggiore livello di complessità organizzativa, poiché le funzioni di *Protezione Civile*, *Vigili del Fuoco* e *servizi di soccorso sanitario* (118) sono in capo a Enti diversi, mentre in Francia gli SDIS sono responsabili delle tre funzioni integrate.

Durante una crisi gli schemi logici cambiano continuamente, le decisioni devono essere prese rapidamente e possono avere impatti rilevanti in una varietà di settori (energia, acqua, sanità, etc.). Inoltre, molti degli attori coinvolti, dai livelli decisionali più operativi (protezione civile, vigili del fuoco, sanità, polizia, etc.) a quelli più organizzativi/gestionali (prefetture, agenzie di sicurezza, organi governativi), devono cooperare in modo perfettamente efficiente per poter assicurare una pronta risposta alla crisi, interagendo tra loro con ruoli e modalità che normalmente non vengono adottate all'interno delle loro attività quotidiane.

Il progetto PRODIGE (Alcotra, 2016-2017) ha costruito alcuni scenari in realtà virtuale (inondazioni, incidenti di con sostanze pericolose, incidenti con esplosioni e nubi tossiche in ambito urbano), dimostrando concretamente la possibilità di costruire efficaci percorsi di formazione degli operatori di protezione civile operanti a cavallo del territorio transfrontaliero italo-francese.

Il dimostratore costruito in PRODIGE rappresenta il primo passo verso la costruzione di un sistema di formazione innovativo, che consente di abbattere sensibilmente i costi delle operazioni di capacity building e rafforza il legame tra gli operatori italiani e francesi, incrementando il livello di interoperabilità e riducendo le barriere transfrontaliere.

Alcune possibili azioni sono le seguenti:

- Realizzazione di scenari 3D in realtà virtuale per la formazione degli operatori di protezione civile italiana e degli SDIS francesi includendo esplorando nuove tipologie di disastri: **incendi boschivi**, **incendi in luoghi confinati** (edifici, stazioni, luoghi pubblici, tunnel stradali, ecc.), **terremoti**.
- Realizzazione di strumenti innovativi in realtà virtuale per la **comunicazione verso i cittadini**, operanti attraverso telefoni cellulari e smartphone, in occasione sia di **disastri naturali** sia in caso di **"grandi eventi"** (concerti, partite di calcio, eventi religiosi, ecc.).
- Realizzazione di strumenti operativi da campo in **Realtà Aumentata**, ad esempio con occhiali e visori che informano gli operatori sulle caratteristiche dei siti, sulla pericolosità delle sostanze stoccate nei depositi, sulle procedure applicabili, ecc.

- Costruzione di una piattaforma di Realtà Virtuale condivisa nelle Regioni a cavallo del confine italo-francese, nella forma di un **laboratorio transfrontaliero** costituito da tre unità specializzate rispettivamente in “Formazione degli Operatori”, “Formazione per Scuole e Cittadini” e “Ricerca” (Figura 75).

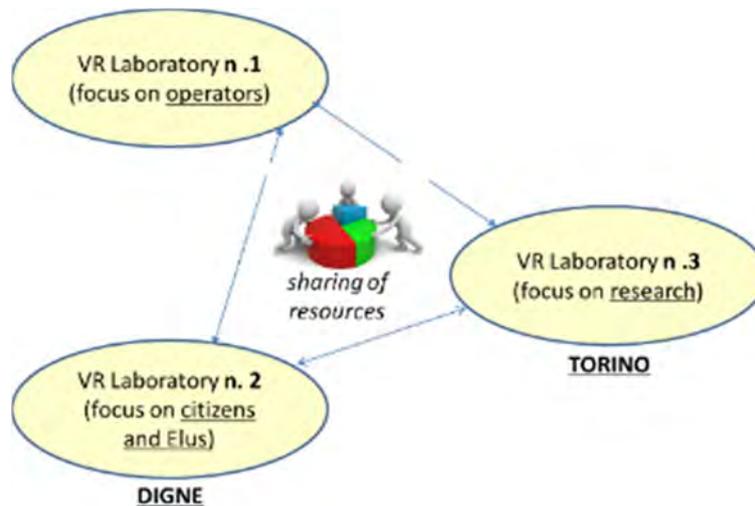


Figura 75: Piattaforma VR nella forma di un laboratorio transfrontaliero

Interoperabilità dei sistemi di informazione e comunicazione operativa

Nelle operazioni di soccorso i sistemi ICT (*Information and Communication Technology*) garantiscono il coordinamento di persone e mezzi sul territorio. Nel caso di operazioni che implicano l'intervento delle unità di un Paese in un altro, è necessario che sia garantita la catena di comando e coordinamento, consentendo a tali unità di dialogare efficacemente sia con il centro di controllo locale sia con il proprio comando.

Si possono identificare tre livelli di comunicazione:

- Strategica: ad esempio rete di fibra ottica lungo le autostrade, per la quale si può ricorrere allo standard internazionale CAP (Common Alerting Protocol) e sviluppare un'interfaccia fra i sistemi di allerta e gestione delle emergenze dei due Paesi.
- Tattica: reti satellitari e wifi esistenti; sistemi di "radio bowl".
- Operativa: droni, sistemi di geolocalizzazione, GIS (*Geographical Information Systems*), coordinamento degli interventi attraverso protocolli su base GIS basati sulla Direttiva europea *INSPIRE*.

Nel corso degli anni, numerosi progetti ed iniziative hanno reso disponibili una molteplicità di dati relativamente ai rischi nello spazio Alcotra (ad esempio il Geoportale). Tali dati sono contenuti in siti web, portali e database, e molti di essi sono utilizzabili solo localmente. Lo sfruttamento di tali dati e informazioni rappresenta una priorità.

È utile realizzare l'analisi e l'aggregazione dei dati disponibili, sia per supportare le decisioni nel corso delle emergenze sia per fornire indicazioni per la pianificazione e la scelta delle priorità nelle politiche di prevenzione. Si tratta di costruire una capacità di valorizzare la "memoria storica" a livello transfrontaliero di casi, azioni e risultati ottenuti in termini di efficacia degli interventi, favorendo anche il miglioramento dei protocolli e delle procedure.

Si possono pertanto formulare alcuni obiettivi:

- Costruire una piattaforma comune per la conoscenza delle memoria storica e la valorizzazione dei dati e delle informazioni disponibili;
- Creare un sistema di condivisione dei dati a livello transfrontaliero per il supporto alle decisioni e la definizione di politiche di prevenzione;
- Upgrade del Geoportale per ottenere immagini omogenee e accessibili di tutte le informazioni disponibili;
- Sviluppo del "*Registro degli eventi*" previsto dalla Direttiva sulle inondazioni, estendendolo anche al tema degli incendi boschivi.

Il precedente programma ALCOTRA ha permesso di migliorare la rete di sorveglianza dell'area transfrontaliera e di sviluppare approcci comuni alla valutazione dei rischi ed alla gestione delle crisi.

In termini di analisi dei problemi e di modalità di risposta, è opportuno poter monitorare gli eventi durante la loro evoluzione nel tempo, anche con l'obiettivo di accrescere le capacità previsionali. Pare pertanto opportuno accrescere le conoscenze relativamente a:

- Valutazione della pericolosità di alcuni fenomeni, con particolare riferimento agli **incendi in ambienti confinati** (es. tunnel ferroviari ed autostradali) ed ai **terremoti**;
- Valutazione dell'applicabilità di nuove tecnologie e approcci alla sorveglianza e allertamento (sia misure strumentali, sia modellizzazioni);
- Messa in opera di sistemi d'allertamento innovativi, legati a differenti tipi di rischio, anche con l'impiego di sensori;
- Acquisizione della capacità di acquisire dati e informazioni a partire dai social media e dai dispositivi mobili (*smart phone*), trasformando i cittadini in efficaci "sensori" sul campo durante le emergenze e nelle fasi che le precedono e le seguono.

È altresì auspicabile potenziare la Governance multi-livello per accrescere la resilienza del territorio transfrontaliero, assicurando la partecipazione attiva, coordinata ed integrata di tutti i soggetti coinvolti: ciò passa attraverso la condivisione della conoscenza dei rischi e delle misure di prevenzione e pianificazione. È quindi possibile elaborare protocolli comuni per: l'utilizzo di strumenti partecipativi nella redazione dei piani

di emergenza; l'organizzazione della sorveglianza idraulica ed idrogeologica; la prevenzione e gestione degli incendi boschivi e negli ambienti confinati; la formazione degli operatori.

Realizzazione di contesti pilota di valenza operativa ed applicativa, orientati alla replicabilità

L'obiettivo è applicare direttamente i risultati del progetto nel contesto operativo reale, costruendo un sistema innovativo di gestione delle emergenze che valorizzi le esperienze dei progetti Alcotra passati e crei le premesse per l'uso di nuove tecnologie per una significativa evoluzione delle capacità di affrontare le crisi e ridurre i rischi.

È anche auspicabile creare link con progetti multinazionali, nei quali il territorio Alcotra può ambire a diventare "area di sperimentazione" dei risultati conseguiti ad esempio con la ricerca Horizon 2020.

Sarà necessario:

- Identificare **contesti pilota** sui quali applicare i risultati dei progetti, favorendo la costruzione di dimostratori "abbastanza grandi" da risultare significativi in termini di replicabilità sistemica;
- Acquisire gli **strumenti e le tecnologie** con i quali dotare i contesti pilota;
- All'interno dei contesti pilota, **testare l'utilizzo congiunto italo-francese** dei sistemi di gestione operativa e di formazione (inclusi quelli con realtà virtuale), in modo da promuovere la costruzione di protocolli interoperabili;
- All'interno dei contesti pilota, utilizzare i sistemi di formazione sulla realtà virtuale per il training degli operatori sia sui rischi "tradizionali Alcotra" (caduta massi, valanghe, frane), sia su quelli "**emergenti**" (**incendi boschivi, incendi in ambienti confinati, terremoti, incidenti** stradali e industriali, **grandi eventi**, ecc.);
- Assicurare l'utilizzo dei risultati dei progetti semplici e tematici passati, valorizzando le esperienze acquisite;
- Validare la funzionalità e l'efficacia delle soluzioni testate;
- Costruire approcci innovativi alla comunicazione dei risultati;
- Partecipare attivamente alle iniziative di networking della Commissione Europea (ad esempio la *Community of Users* per la sicurezza delle infrastrutture critiche).

In termini tecnico-scientifici, nei contesti pilota possono essere realizzate:

- Formazione della protezione civile e dei VVFF italiani e degli SDIS francesi attraverso un programma di esercitazioni in realtà virtuale, orientate alla massimizzazione dell'interoperabilità transfrontaliera ed alla riduzione dei costi (è comunque opportuno realizzare anche esercitazioni "tradizionali", in

modo da disporre di elementi di confronto e creare occasioni di ricerca per l'ottimizzazione delle prassi e dei protocolli consolidati esistenti);

- Creazione di software per la realtà virtuale immersiva capaci di dialogare con i moderni sistemi BIM (*Building Information Systems*) per rappresentare in modo completo e affidabile gli aspetti strutturali, architettonici e infrastrutturali;
- Definizione di modelli matematici di simulazione per i fenomeni evolutivi (es. propagazione del fuoco), in grado di ricostruirne le dinamiche. Tali modelli, messi in relazione con i modelli sociologici sul comportamento degli utenti in situazioni di crisi, permetterà di aumentarne il realismo e la capacità di comunicazione per creare competenza e consapevolezza;
- Integrazione dei sistemi di simulazione con gli ambienti di Realtà Virtuale;
- Sviluppo di sistemi di calcolo e di modelli in grado di supportare protocolli formativi in Realtà Virtuale di tipo multi-actor;
- Costruzione di sistemi per rendere realistica l'esperienza degli operatori, tramite l'adozione di modelli di interazione naturale con ambienti virtuali basati sull'interfaccia uomo-macchina;
- Progettazione di sistemi a Realtà Aumentata, in grado di fornire agli operatori informazioni video e audio sull'ambiente delle operazioni, lo stato degli impianti, le procedure di sicurezza da adottare, ecc.;
- Utilizzo di droni di sorveglianza per l'acquisizione dei dati 3D e dei dati sull'evoluzione dinamica dei fenomeni, anche per costruire approcci previsionali utili in ottica preventiva e di gestione delle crisi;
- **Progettazione di una piattaforma di Realtà Virtuale condivisa** nelle Regioni a cavallo del confine italo-francese, integrata sul piano dell'interoperabilità tecnologica, organizzativa e gestionale.

4. Bibliografia e sitografia

- [1] <http://www.interreg-alcotra.eu/it/scopri-alcotra/presentazione-del-programma>
- [2] <http://www.comune.cuneo.gov.it/>
- [3] <http://www.siti.polito.it/>
- [4] <http://www.comune.torino.it/>
- [5] <http://www.sdis04.fr/>
- [6] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7748912/>
- [7] <http://www.trainingfordisastermanagement.com/>
- [8] http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-0376-9_47
- [9] http://www.cdc.gov/niosh/mining/researchprogram/projects/Project_2012_006.html
- [10] <http://defensetech.org/2016/09/27/virtual-reality-system-could-train-troops-on-aircraft-maintenance/>
- [11] <http://store.steampowered.com/app/494150>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=XyyrlrTdaYw>
- [13] <http://store.steampowered.com/app/490840/>
- [14] <http://www.triangularpixels.net/cms/development/navigating-comfortably-in-vr/>
- [15] <https://www.youtube.com/watch?v=lKnM5gC-XpY>
- [16] <http://store.steampowered.com/app/400940/>
- [17] <http://store.steampowered.com/app/450390>
- [18] <http://store.steampowered.com/app/436320/>
- [19] <http://store.steampowered.com/app/496240>
- [20] <https://gfycat.com/TerribleVigilantDutchshepherddog>
- [21] <https://www.youtube.com/watch?v=-vY7fUfLv4>
- [22] <https://www.youtube.com/watch?v=oZ3PAVDc1to>
- [23] https://www.youtube.com/watch?v=uldd_UTieXE
- [24] <http://www.roadtovr.com/samsungs-new-headphones-trick-your-inner-ear-to-move-you-in-vr/>
- [25] https://it.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
- [26] https://it.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System
- [27] [https://it.wikipedia.org/wiki/LTE_\(telefonía\)](https://it.wikipedia.org/wiki/LTE_(telefonía))

- [28] <https://it.wikipedia.org/wiki/Roaming>
- [29] <https://it.wikipedia.org/wiki/IMS>
- [30] [https://it.wikipedia.org/wiki/International Mobile Equipment Identity](https://it.wikipedia.org/wiki/International_Mobile_Equipment_Identity)
- [31] <https://web.whatsapp.com/>
- [32] <https://web.telegram.org/#/login>
- [33] [https://it.wikipedia.org/wiki/Sistema di posizionamento globale](https://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_posizionamento_globale)
- [34] [https://it.wikipedia.org/wiki/Application programming interface](https://it.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface)
- [35] [https://it.wikipedia.org/wiki/Hypertext Transfer Protocol](https://it.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol)
- [36] [https://it.wikipedia.org/wiki/JavaScript Object Notation](https://it.wikipedia.org/wiki/JavaScript_Object_Notation)
- [37] <https://www.wearabletechtorino.com/it/2017/05/03/thinkupfordis-la-tecnologia-in-gioco-per-la-disabilita/>
- [38] <http://www.uictorino.it/news/uici-torino-al-thinkup-for-disability>
- [39] <http://www.salonelibro.it/>
- [40] <http://www.pro-prodige.eu/>