

GESTIONE MULTIRISCHIO PER LA SICUREZZA DEL TERRITORIO. LA PROPOSTA DI VALUESAFE

di Claudia Masciulli,
Neri Banti

Il progetto Valuesafe, Vulnerability of Assets and Losses in multirisk Evaluations: Satellite data for Financial Estimation, punta a offrire una soluzione avanzata per la gestione dei rischi naturali (sismico, geologico, alluvionale) che interessano il patrimonio costruito.

Valuesafe è il risultato di una sinergia industriale e scientifica tra tre realtà leader, riunite nel consorzio RESILIA: S2R (Seismic Risk Reduction), spin-off dell'Università di Firenze; NHAZCA (Natural Hazards Control and Assessment), spin-off di Sapienza Università di Roma; e IntelligEarth, startup innovativa anch'essa legata a Sapienza. Il valore tecnologico dell'iniziativa è suggellato dal co-finanziamento dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma In-Cubed (Investing in Industrial Innovation), volto a promuovere l'innovazione commerciale nel settore dell'osservazione della Terra.



Figura 1 - I tre livelli operativi della piattaforma VALUESAFE - Explore, Insight e Detail - articolati dalla scala territoriale a quella del singolo edificio.

LA CRISI DEL MONITORAGGIO TRADIZIONALE IN ITALIA

Valuesafe nasce con l'obiettivo di contribuire in modo organico e sistematico all'urgenza di una transizione verso un ambiente costruito resiliente. La sicurezza del costruito non è più infatti una mera problematica di natura tecnica ma si configura come una priorità strategica nel contesto dello sviluppo sostenibile, da un punto di vista ambientale, sociale ed economico.

Negli ultimi anni, eventi drammatici hanno reso tangibile questa fragilità - dal crollo del Ponte Morandi nel 2018, con 43 vittime, fino a episodi più recenti legati sia a fenomeni naturali sia a interventi antropici. Questi accadimenti non sono isolati, ma si inseriscono in un contesto più ampio di vulnerabilità territoriale, di cui l'Italia rappresenta un caso emblematico dal momento che gran parte del territorio nazionale è sog-

getto a rischi di natura idrogeologica. A ciò si aggiunge l'elevata sismicità: a partire dagli anni '60, i danni causati dai terremoti succedutisi in varie regioni del paese hanno richiesto circa 135 miliardi di euro per la ricostruzione. Questo scenario già critico, è inoltre aggravato dagli effetti dei cambiamenti climatici che, a livello europeo, hanno determinato un aumento del 54% delle perdite economiche legate a eventi estremi negli ultimi 15 anni. Questa tendenza rende urgente l'adozione di strumenti avanzati per la valutazione multi-rischio, anche per rispondere ad un crescente clima di incertezza e sfiducia da parte della popolazione civile. Secondo la *European Investment Bank*, il 75% degli italiani identifica nella cattiva gestione del territorio la causa principale delle catastrofi naturali, alimentando una crescente distanza tra istituzioni e cittadini.

Le metodologie e gli strumenti procedurali attualmente messi in atto presentano limiti strutturali che impediscono un approccio realmente efficace, standardizzato e scientificamente validato.

In primo luogo si registra una significativa carenza di personale qualificato, con un rapporto di circa un tecnico disponibile ogni due necessari, a fronte delle 275.000 strutture critiche soggette a monitoraggio periodico distribuite sul territorio nazionale. Da un punto di vista operativo, i processi risultano ancora fortemente inefficienti, rimanendo ancorati a metodi di analisi tradizionali che si riflettono in attività onerose sia da un punto di vista dei tempi che delle coperture economiche necessarie.

Per concludere, i dati impiegabili in attività di risk assessment, anche qualora già disponibili, risultano spesso frammentari, frammentati e disomogenei, distribuiti tra banche dati nazionali e internazionali non interoperabili.

Il risultato è un sistema che fatica a garantire la prevenzione su larga scala: oggi circa il 45% delle strutture non viene sottoposto a controlli conformi agli obblighi normativi. In questo contesto, emerge con forza la necessità di soluzioni innovative, scalabili e data-driven, in grado di colmare il divario tra domanda di sicurezza e capacità operativa del sistema. Lo sviluppo di soluzioni avanzate nell'ambito del Disaster Risk Reduction diventa un obiettivo prioritario per lo sviluppo di città sicure e resilienti.

SETTORI STRATEGICI E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il patrimonio del costruito esistente italiano è vasto e diver-

sificato e la proposta metodologica di Valuesafe mira pertanto a sviluppare approcci mirati, calibrati sulle specificità tecniche, funzionali ed economiche di ciascuno stakeholder del settore.

Un ruolo centrale è svolto dalle autorità locali – Regioni, Comuni ed enti territoriali – chiamate a definire strategie di gestione del territorio, dovendo peraltro sostenere spesso pressioni decisionali e politiche per l'allocazione delle risorse pubbliche. Parallelamente, per edifici e patrimonio culturale, le Soprintendenze e i soggetti gestori si trovano ad affrontare la necessità di preservare beni unici e ad alto valore storico-sociale, spesso esposti a rischi naturali crescenti.

Nel settore privato, emergono esigenze altrettanto rilevanti ma guidate da logiche differenti. I gestori immobiliari e gli asset manager necessitano di comprendere in modo puntuale come i rischi sismici, climatici o ambientali possano influenzare il valore degli asset e le previsioni economico-finanziarie. Analogamente, il settore assicurativo richiede modelli sempre più accurati per la valutazione, la tariffazione e la gestione dei rischi. Le compagnie sono chiamate a superare approcci generalisti, spesso incapaci di cogliere le specificità territoriali e strutturali.

IL SERVIZIO VALUESAFE

VALUESAFE introduce un approccio innovativo alla valutazione multi-rischio, capace di integrare analisi territoriali su larga scala e valutazioni puntuali a livello di singolo edificio all'interno di un'unica architettura Web-GIS, combinando fonti informative eterogenee e tecnologie avanzate in un fra-

metwork coerente e operativo. VALUESAFE integra modelli ingegneristici evoluti con dati satellitari InSAR per il monitoraggio delle deformazioni del suolo e della stabilità strutturale, tecniche di image processing basate su intelligenza artificiale per l'analisi delle condizioni degli edifici, e dataset informativi statici georeferenziati. Questo approccio consente di superare la disomogeneità e la frammentazione delle informazioni, migliorando significativamente l'affidabilità delle valutazioni.

Uno degli elementi distintivi della piattaforma è la capacità di tradurre direttamente gli impatti dei diversi hazard analizzati dal servizio - terremoti, frane, subsidenza e alluvioni - in indicatori concreti e misurabili: danno atteso, perdite economiche e deprezzamento degli asset. In questo modo, VALUESAFE non si limita a fornire una rappresentazione del rischio, ma diventa uno strumento decisionale operativo, utilizzabile sia da enti pubblici sia da stakeholder privati per orientare strategie, investimenti e politiche di mitigazione.

VALUESAFE è sviluppato come soluzione Software as a Service (SaaS), progettato per garantire elevati livelli di automazione, scalabilità e flessibilità. L'architettura del sistema è organizzata su tre livelli progressivi, che differiscono per granularità dei dati, risoluzione spaziale e profondità di analisi, consentendo di adattare il servizio a diverse esigenze operative:

- VALUESAFE - *Explore*, offre uno screening automatico su vasta scala basato su dataset esistenti. Attraverso una classificazione territoriale su griglia, consente una rapida identifi-

cazione delle aree a maggiore criticità, supportando attività di pianificazione preliminare e definizione delle priorità di intervento.

- **VALUESAFE - Insight**, introduce un'analisi più approfondita a scala urbana o di singolo edificio. Integrando analisi di immagini tramite AI, dati A-DInSAR per analisi di processi deformativi e metriche di esposizione finanziaria, questo modulo permette di stimare in modo quantitativo danni e perdite, risultando particolarmente utile per assicurazioni, pianificatori urbani e gestori di portafogli immobiliari.

- **VALUESAFE - Detail** rappresenta il livello più avanzato, destinato ad applicazioni edificio-specifiche. Qui l'analisi si concentra sul singolo asset, combinando dati satellitari ad alta risoluzione con eventuali rilievi in situ per produrre valutazioni estremamente personalizzate sia dal punto di vista tecnico che economico. Questo livello costituisce anche la base per ulteriori integrazioni o servizi aggiuntivi, come modellazioni strutturali numeriche, applicazioni BIM e servizi specialistici sviluppati ad hoc.

La metodologia VALUESAFE si fonda su formulazioni scientifiche che portano a definire il livello di rischio a partire dalle sue tre componenti fondamentali - pericolosità, vulnerabilità ed esposizione - e a restituire gli output di interesse a diverse scale di analisi - territoriale, urbana, puntuale a livello di singolo edificio.

Le analisi di pericolosità, funzionali alla stima della probabilità di accadimento di un evento e della sua intensità, si fondano su dati storici, documenti ufficiali, stime riconosciute e dati satellitari post-processati ad hoc. La vulnerabilità del costruito è invece strettamente legata alle caratteristiche intrinseche degli edifici e varia in funzione del tipo di rischio analizzato. Per superare le criticità legate alla scarsità o frammentazione dei dati disponibili, VALUESAFE integra algoritmi di intelligenza artificiale basati su image segmentation, in grado di estrarre automaticamente parametri chiave, consentendo di ottenere stime oggettive, scalabili e aggiornabili con processi automatizzabili. L'esposizione quantifica invece la concentrazione di va-

lore e popolazione all'interno dell'area analizzata, tenendo conto, tramite formulazioni calibrabili, il volume edificato, la popolazione residente e l'estensione territoriale degli aggregati urbani.

A partire dalla combinazione di questi tre macro-parametri, VALUESAFE non si limita a una classificazione del rischio, ma sviluppa scenari di danno e stime delle perdite economiche attese. Queste vengono calcolate partendo dalla valorizzazione economica degli asset esposti, basata su destinazione d'uso e localizzazione geografica, e includendo riferimenti a dati reali sui costi sostenuti a seguito di eventi calamitosi recenti e i corrispettivi contributi pubblici alla ricostruzione.

Nel suo complesso, VALUESAFE si configura quindi come una piattaforma integrata e modulare, capace di trasformare la complessità del rischio in informazioni strutturate, affidabili e direttamente utilizzabili nei processi decisionali. L'obiettivo è duplice: da un lato valutare in modo strutturato le condizioni di rischio, dall'altro stimare il potenziale deprezzamento degli asset in funzione degli eventi calamitosi considerati.

Il webGIS di Valuesafe, motore operativo dell'intero ecosistema di monitoraggio, segna il passaggio definitivo da una gestione delle infrastrutture analogica e frammentata a un modello centralizzato basato sui dati, agendo come una centrale operativa per il territorio. Il sistema consente la mappatura georeferenziata di oltre 275.000 asset critici (edifici, tralicci, ponti, beni culturali e dighe). Attraverso un'interfaccia web, i vari stakeholder, come ANAS, RFI e le Soprinten-

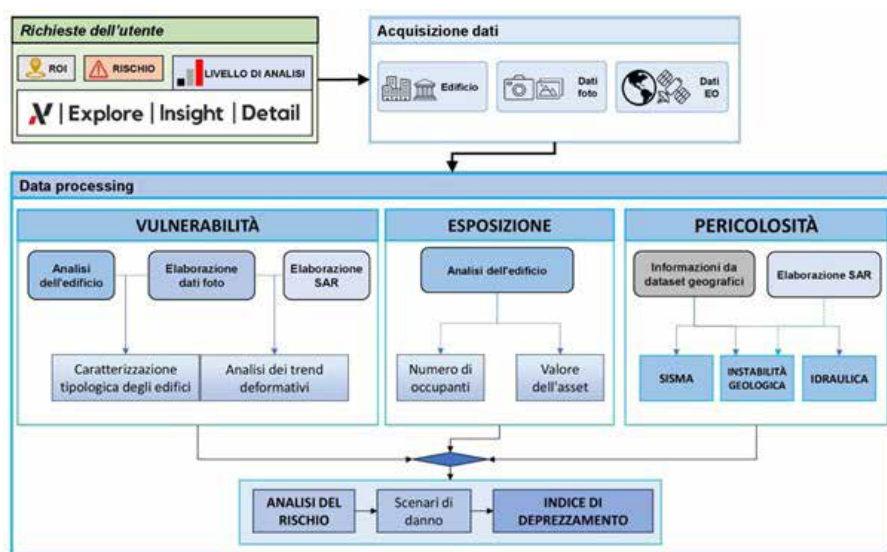


Figura 2 - Schema del processo di acquisizione ed elaborazione dei dati per la valutazione integrata di vulnerabilità, esposizione e pericolosità, finalizzata all'analisi del rischio e alla stima degli scenari di danno.

denze, possono consultare in tempo reale lo stato di conservazione dei beni. Il principale vantaggio operativo di questo strumento è l'efficienza temporale: digitalizzando i flussi, si abbattano i tempi delle ispezioni tradizionali (che oggi oscillano tra i 6 e gli 11 giorni). Inoltre, il sistema compensa la carenza di personale specializzato, permettendo interventi mirati basati su priorità oggettive. Infine, il webGIS mira a ricostruire la fiducia delle comunità locali nel monitoraggio della sicurezza territoriale rendendo i processi di prevenzione più trasparenti e tracciabili. In definitiva, questo strumento non è una semplice mappa, ma un supporto decisionale indispensabile per garantire la piena conformità normativa.

DIAGNOSTICA STRUTTURALE DISTRIBUITA: IL CONTRIBUTO DI PROTEGO ALLA QUANTIFICAZIONE DELLA VULNERABILITÀ

All'interno del progetto Value-safe, il pilastro dell'innovazione di IntelligEarth è costituito dalla piattaforma proteGO, strumento operativo che ridefinisce il processo di ispezione strutturale orientandolo alla caratterizzazione quantitativa della vulnerabilità degli asset monitorati. Il SaaS proteGO implementa un protocollo di acquisizione guidata che trasforma ogni smartphone in un punto di rilevamento distribuito, capace di identificare e quantificare le caratteristiche superficiali che potrebbero incidere sulla stabilità strutturale, arricchendo così la stima della vulnerabilità con dati di ispezione diretta, oggettivi e sistematicamente aggiornabili.

Questo modello risponde alle criticità sistemiche del processo ispettivo tradizionale: con

oltre 275.000 strutture critiche soggette a obblighi di controllo periodico, la disponibilità di un solo tecnico ogni due necessari e tempi medi di ispezione compresi tra i 6 e gli 11 giorni rendono il sistema strutturalmente incapace di coprire il fabbisogno nazionale. proteGO standardizza e scala il processo di ispezione di prossimità, colmando il gap operativo tra il telerilevamento satellitare e l'ispezione specialistica tradizionale.

IL PROTOCOLLO OPERATIVO DI PROTEGO

Il sistema segue un protocollo suddiviso in quattro fasi fondamentali, che garantiscono la ripetibilità e la standardizzazione del processo ispettivo:

- **Acquisizione guidata:** le immagini non vengono scattate in modo casuale, ma secondo protocolli guidati e controlli qualitativi. In questo modo, i parametri di risoluzione, angolazione e illuminazione (necessari per la successiva elaborazione algoritmica) vengono rispettati. Questo sistema garantisce la comparabilità multi-temporale dei dati, abilitando un dataset dinamico e sistematicamente

- **Analisi AI:** a seguito dell'acquisizione, le immagini vengono processate da un motore di intelligenza artificiale che esegue automaticamente classificazione, segmentazione e rilevamento delle anomalie strutturali, traducendo il dato grezzo in informazione diagno-

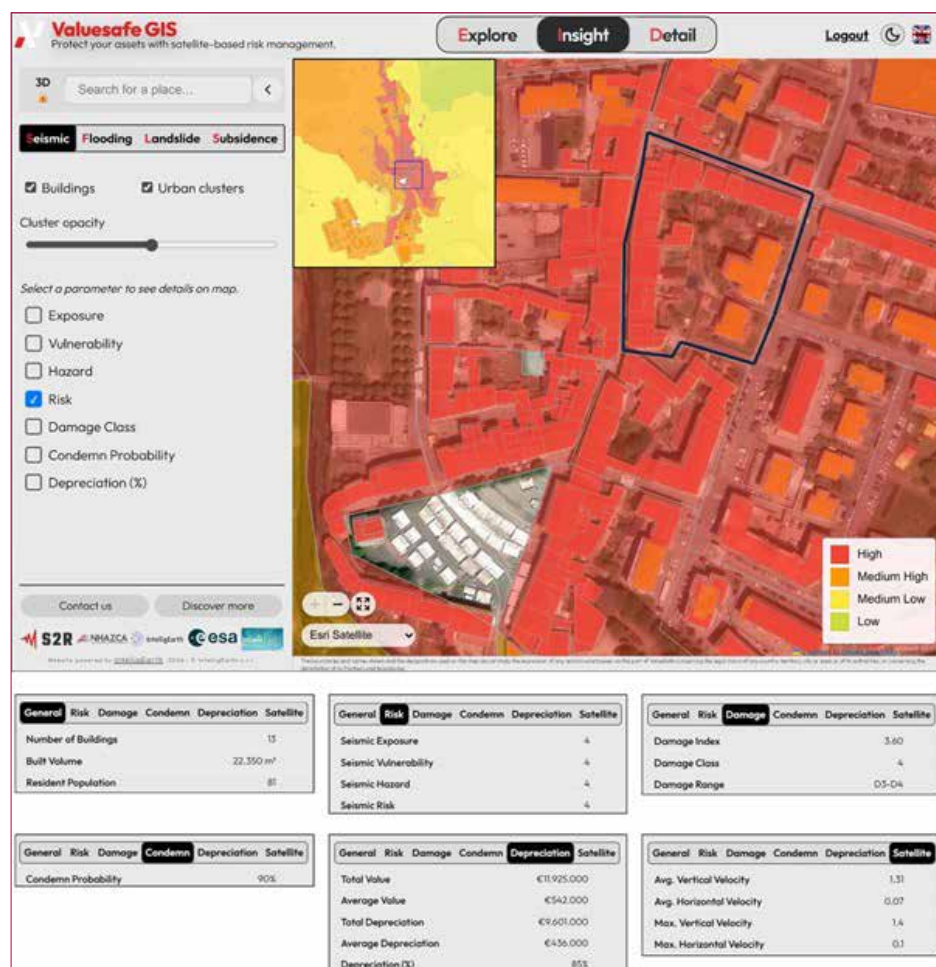


Figura 3 - Interfaccia WebGIS di VALUESAFE per la visualizzazione georeferenziata del rischio, del danno atteso e del possibile deprezzamento economico degli edifici analizzati.

stica strutturata e direttamente interpretabile dal tecnico. L'output non costituisce un giudizio definitivo sullo stato dell'asset, ma un riferimento oggettivo e quantificato che orienta la valutazione esperita, disaccoppiando la capacità di analisi dal numero di tecnici disponibili e abbattendo i costi operativi associati alle ispezioni fisiche tradizionali;

- **Identificazione e diagnostica:** il sistema classifica le anomalie rilevate per tipologia (fessurazioni, degrado, alterazioni, esposizione degli elementi strutturali) e ne traccia l'evoluzione nel tempo, fornendo al tecnico una base documentale oggettiva per valutare la progressione del danno prima che diventi irreversibile;

- **Risultati e gestione preventiva:** l'output finale garantisce un accesso rapido alle informazioni critiche. I dati vengono integrati nella dashboard di Valuesafe, dove si integrano con i dati satellitari e i modelli di rischio. Gestori del patrimonio costruito e amministrazioni dispongono così di un quadro informativo coerente e aggiornato, a supporto di decisioni di manutenzione basate su evidenze oggettive.

Integrazione e Visione Strategica ProteGO+ non lavora isolatamente, ma si inserisce nel framework multi-sorgente di Valuesafe come componente operativa del livello Detail, con un contributo specifico alla stima della vulnerabilità. Il telerilevamento satellitare con tecnica A-DInSAR quantifica le deformazioni del suolo su scala territoriale, alimentando prevalentemente la componente di hazard. La tecnologia pro-

teGO opera su una dimensione distinta e complementare: attraverso l'ispezione diretta del costruito, caratterizza lo stato conservativo effettivo degli edifici in esame, fornendo una stima della vulnerabilità basata su evidenze osservative concrete anziché soltanto su modelli tipologici. Il risultato è una valutazione del rischio in cui ciascun fattore è alimentato dalla sorgente dati più appropriata, aumentando la precisione diagnostica complessiva del sistema al livello di maggiore dettaglio.

L'APPLICAZIONE DI VALUESAFE: CASO STUDIO DI MUGELLO

La metodologia VALUESAFE è stata validata attraverso l'applicazione ad un caso studio esemplificativo, con l'obiettivo di testare operativamente i tre livelli di servizio e verificare l'efficacia dell'approccio multi-hazard in contesti reali. Le analisi hanno interessato l'area urbana di Barberino del Mugello, in Toscana, localizzata in un territorio caratterizzato da criticità di natura idrogeologica e interessato anche da recenti eventi sismici.

Tutti i risultati sono stati integrati in una versione dimostrativa del portale Web-GIS, rendendo i dati pienamente esplorabili e navigabili. Nel caso del livello Explore, la piattaforma si è dimostrata capace di operare su scala territoriale estesa, attraverso la produzione di mappe tematiche che hanno consentito una rappresentazione integrata delle condizioni di rischio. Pur con un certo grado di generalizzazione spaziale, questo livello ha dimostrato una buona capacità di intercettare fenomeni su larga scala, restituendo una visione sintetica ma coerente, particolar-

mente efficace per attività di screening e pianificazione strategica.

Il livello Insight introduce un'analisi più raffinata, con un incremento significativo della granularità. Ci si è concentrati in questo caso su valutazioni relative al rischio sismico, espresse sia a scala urbana sia di singolo edificio, con una classificazione cromatica che distingue le diverse classi di rischio. Questo consente una lettura immediata e operativa dei risultati, utile sia per tecnici che per decisori. Un elemento chiave di questa fase è stato l'utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale per colmare le lacune informative. In assenza di dataset completi, le tecniche di image processing hanno permesso di estrarre automaticamente parametri fondamentali - come la geometria delle impronte edilizie, l'età degli edifici e alcune caratteristiche tipologiche - migliorando significativamente la qualità e la completezza delle analisi.

Per il livello Detail, l'approccio supera la logica degli indicatori aggregati e si concentra su analisi specifiche per tipologia di hazard e di edificio, restituendo scenari dettagliati e direttamente interpretabili, incluse stime puntuali delle perdite economiche, delle interruzioni operative e del deprezzamento degli asset in esame. Nello specifico, il ricorso a dati satellitari di alta risoluzione, consente di interpretare l'evoluzione di trend deformativi delle strutture o del terreno, con particolare attenzione agli spostamenti differenziali che possono compromettere l'integrità strutturale. Questo tipo di analisi permette di individuare criticità anche progressive e non immediatamente evidenti,

migliorando la capacità di prevenzione.

Gli output derivanti dalle elaborazioni VALUESAFE sono stati oggetto di una validazione preliminare mediante confronto con studi già condotti nell'area del Mugello. I risultati mostrano un'elevata coerenza con le analisi tradizionali, a fronte però di una significativa riduzione dei tempi e dello sforzo computazionale. Questo aspetto rappresenta un elemento cruciale, in quanto dimostra la capacità di VALUESAFE di coniugare affidabilità scientifica e scalabilità operativa.

L'applicazione in un contesto operativo reale, conferma la robustezza dell'impianto metodologico e l'efficacia dell'architettura Web-GIS proposta. La piattaforma si dimostra in grado di cogliere la variabilità spaziale dei fenomeni, migliorare la caratterizzazione degli hazard grazie all'integrazione di dati satellitari e tradurre gli scenari di danno in stime di deprezzamento economico realistiche e coerenti con i quadri normativi e i meccanismi di ricostruzione post-evento.

ABSTRACT

The Valuesafe project, Vulnerability of Assets and Losses in Multirisk Evaluations: Satellite Data for Financial Estimation, aims to offer an advanced solution for managing natural risks (seismic, geological, flooding) affecting built assets.

The Valuesafe service is the result of an industrial and scientific synergy between three leading companies, brought together in the RESILIA consortium: S2R (Seismic Risk Reduction), a spin-off of the University of Florence; NHAZCA (Natural Hazards Control and Assessment), a spin-off of Sapienza University of Rome; and IntelligEarth, an innovative startup also linked to Sapienza. The technological value of the initiative is underscored by co-funding from the European Space Agency (ESA) as part of the InCubed (Investing in Industrial Innovation) program, aimed at promoting commercial innovation in the Earth observation sector.

PAROLE CHIAVE

VALUESAFE, GESTIONE MULTIRISCHIO, VULNERABILITÀ, PATRIMONIO COSTRUITO, DATI SATELLITARI

AUTORE

CONSORZIO RESILIA - CASENTINO TECH HUB RESILIA, SITUATO IN VIA TRENTO 3, 52015 POPPI (AR). VALUESAFE SI FONDA SULE IL SUL KNOW-HOW TECNICO

SCIENTIFICO DEI SUOI PARTNER:

S2R (SEISMIC RISK REDUCTION): SOCIETÀ DI INGEGNERIA FONDATA NEL 2014 A FIRENZE, VANTA ESPERIENZA DECENNALE NEI TEMI DELLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO E DELLA RESILIENZA STRUTTURALE.

NHAZCA: NATA NEL 2009 COME SPIN-OFF DI SAPIENZA, È LEADER NEL MONITORAGGIO DEI RISCHI NATURALI TRAMITE TECNOLOGIE RADAR E SATELLITARI.

INTELLIGEARTH: STARTUP NATA NEL 2023, È SPECIALIZZATA IN SOLUZIONI DEEP-TECH E INTELLIGENZA ARTIFICIALE APPLICATA AL TELERILEVAMENTO.

VALUESAFE PROMUOVE UN COINVOLGIMENTO ATTIVO DEGLI UTENTI E OFFRE LA POSSIBILITÀ DI ACCEDERE A UNA FREE DEMO, PER COMPRENDERE CONCRETAMENTE COME L'INTEGRAZIONE TRA TECNOLOGIE SPAZIALI E COMPETENZE TECNICHE CONSOLIDATE POSSA TRASFORMARE LA GESTIONE DELLA SICUREZZA DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE.

SITO WEB: WWW.VALUESAFE-RESILIA.COM

TELEFONO: +39 055 471460

EMAIL: INFO@VALUESAFE-RESILIA.COM

Gter
Innovazione
in Geomatica,
Gnss e Gis

www.gter.it info@gter.it

