

# METODI E STRUMENTI PER IL POTENZIAMENTO DELLA GOVERNANCE A SCALA COMUNALE E SOVRACOMUNALE AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE

Prodotti e risultati del Programma realizzato dal  
Dipartimento della Protezione Civile nell'ambito  
del PON Governance e Capacità Istituzionale  
2014-2020







---

**METODI E STRUMENTI**

---

**PER IL POTENZIAMENTO**

---

**DELLA GOVERNANCE A SCALA**

---

**COMUNALE E SOVRACOMUNALE**

---

**AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE**

---

Prodotti e risultati del Programma realizzato dal Dipartimento della Protezione Civile nell'ambito del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020

**METODI E STRUMENTI  
PER IL POTENZIAMENTO  
DELLA GOVERNANCE  
A SCALA COMUNALE E  
SOVRACOMUNALE AI FINI  
DI PROTEZIONE CIVILE**

Prodotti e risultati del Programma realizzato dal Dipartimento della Protezione Civile nell'ambito del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020

**Volume a cura di**

Fabrizio Brammerini, Sergio Castenetto, Angelo Corazza, Francesca Romana Paneforte

**Testi di**

**Parte Prima**

Fabrizio Brammerini (1.0)

**Parte Seconda**

Sergio Castenetto (1.0, 7.0)  
Fabrizio Brammerini (2.1, 6.1)  
Antonella Gorini (2.2, 5.1)  
Giuseppe Naso (3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4)  
Daniele Spina (4.1, 4.2, 5.2)

**Parte Terza**

Paola Bertuccioli (3.2, 3.3)  
Angelo Corazza (3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4)  
Emilio De Francesco (3.1)  
Andrea Duro (2.2, 5.2)  
Marco Falzacappa, Domenico Fiorito, Stefania Renzulli (5.1)  
Pietro Giordano (2.1)

I testi sono stati elaborati sulla base dei prodotti realizzati dal gruppo di lavoro dell'operatore economico CNR-IGAG nell'ambito del contratto

stipulato per lo svolgimento delle attività previste dal Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 per la riduzione del rischio sismico e vulcanico (nel seguito "Gruppo di Lavoro PON Sisma") e dell'operatore economico RTI - Fondazione CIMA nell'ambito del contratto stipulato per lo svolgimento delle attività previste dal Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 per la riduzione del rischio idrogeologico e idraulico (nel seguito "Gruppo di Lavoro PON Idro").

**Affidamento di servizi  
per la realizzazione della  
pubblicazione**

*Responsabile Unico del  
Procedimento:* Mario Nicoletti  
*Direttore di Esecuzione  
Contrattuale:* Sara Babusci

**Coordinamento editoriale**

Silvia Alessandrini, Sara Babusci

**Progetto grafico**

Legamon Graphic Design s.r.l.

**Stampa**

STR PRESS s.r.l.

**Citare il volume come segue**

Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile, *PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 - Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio*

*ai fini di protezione civile, Metodi e strumenti per il potenziamento della governance a scala comunale e sovracomunale ai fini di protezione civile, Roma, 2022.*

**ISBN**

9791281195028

**PON GOVERNANCE E  
CAPACITÀ ISTITUZIONALE  
2014-2020**

PROGRAMMA PER IL SUPPORTO AL RAFFORZAMENTO DELLA GOVERNANCE IN MATERIA DI RIDUZIONE DEL RISCHIO AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE

**DIPARTIMENTO DELLA  
PROTEZIONE CIVILE**

**Struttura responsabile  
dell'attuazione del Programma**

Fabrizio Curcio (responsabile),  
Elia Mazzaro (supporto),  
Immacolata Postiglione (delega  
funzioni specifiche)

**Unità di coordinamento**

Fabrizio Brammerini, Angelo Corazza, Luigi D'Angelo, Fausto Guzzetti, Francesca Romana Paneforte, Paola Stefanelli

**Unità operativa rischi**

Paola Bertuccioli, Sergio Castenetto, Stefano Ciolli, Andrea Duro, Emilio De Francesco, Marco Falzacappa, Domenico Fiorito, Pietro Giordano, Antonella Gorini, Giuseppe Naso, Stefania Renzulli, Daniele Spina

**Unità di raccordo DPC**

Silvia Alessandrini, Sara Babusci, Pierluigi Cara, Patrizia Castigliengo, Valter Germani, Maria Penna

**Unità amministrativa e  
finanziaria**

Valentina Carabellese,  
Francesca De Sandro, Susanna Gregori, Maria Cristina Nardella

**Hanno fatto parte della Struttura**

Angelo Borrelli, Gabriella Carunchio, Luciano Cavarra, Pietro Colicchio, Biagio Costa, Lavinia Di Meo, Gianluca Garro, Antonio Gioia, Francesca Giuliani, Italo Giulivo, Fabio Maurano, Natale Mazzei, Agostino Miozzo, Paolo Molinari, Anna Natili, Roberto Oreficini Rosi, Lucia Palermo, Simona Palmiero, Ada Paolucci, Sara Petrinelli, Biagio Prezioso, Umberto Rosini, Marco Rossitto, Sisto Russo, Chiara Salustri Galli, Maria Siclari, Maurizio Silvestri, Gianfranco Sorchetti, Vincenzo Vigorita

**REGIONI**

**Referenti**

**Basilicata:** Claudio Berardi, Antonella Belgiovine, Maria Carmela Bruno, Cinzia Fabozzi, Donatella Ferrara, Cosimo Grieco, Guido Loperte (coordinatore), Alfredo Maffei, Pietro Perrone  
**Calabria:** Fortunato Varone (coordinatore)  
**Campania:** Mauro Biafore (coordinatore), Claudia Campobasso, Luigi Cristiano, Emilio Ferrara, Luigi Gentilella, Maurizio Giannattasio, Francesca Maggiò, Celestino Rampino  
**Puglia:** Tiziana Bisantino (coordinatore), Carlo Caricasole, Domenico Donvito, Franco

Intini, Teresa Mungari, Fabrizio Panariello, Francesco Ronco, Zoida Tafilaj

*Sicilia:* Giuseppe Basile, Antonio Brucculeri, Aldo Guadagnino, Maria Nella Panebianco, Antonio Torrisi

#### **Sono stati referenti**

*Basilicata:* Alberto Caivano

*Calabria:* Giuseppe Iritano, Domenico Pallaria, Francesco Russo (coordinatore), Carlo Tansi, Luigi Giuseppe Zinno

*Campania:* Crescenzo Minotta

*Puglia:* Giuseppe Tedeschi

*Sicilia:* Nicola Alleruzzo

#### **Affidamento di servizi al CNR-IGAG**

*Responsabile Unico del Procedimento:* Mario Nicoletti

*Direttore di Esecuzione*

*Contrattuale:* Fabrizio Brammerini

*Referenti rischio sismico:*

Fabrizio Brammerini, Sergio Castenetto, Daniele Spina, Antonella Gorini, Giuseppe Naso

*Referente rischio vulcanico:* Stefano Ciolli

*Referenti pianificazione di emergenza:* Domenico Fiorito, Stefania Renzulli

#### **CNR-IGAG (operatore economico rischio sismico e vulcanico)**

Massimiliano Moscatelli (referente)

*Struttura di coordinamento*

Gianluca Carbone, Claudio Chiappetta, Francesco Fazio, Massimo Mari, Silvia Massaro, Federico Mori,

Edoardo Peronace, Attilio Porchia, Francesco Stigliano (coordinatore operativo)

#### *Struttura tecnica*

Angelo Anelli, Massimo Cesarano, Eleonora Cianci, Stefania Fabozzi, Gaetano Falcone, Cora Fontana, Angelo Gigliotti, Michele Livani, Amerigo Mendicelli, Giuseppe Occhipinti, Federica Polpetta, Alessandro Settimi, Rose Line Spacagna, Daniel Tentori, Valentina Tomassoni

#### *Struttura gestionale*

Lucia Paciucci (coordinatrice gestionale), Francesca Argiolas (supporto gestionale), Federica Polpetta (supporto gestionale), Francesco Petracchini

#### *Revisori*

Emilio Bilotta, Paolo Boncio, Paolo Clemente, Maria Ioannilli, Massimo Mazzanti, Roberto Santacroce, Carlo Viggiani

#### *Supporto tecnico-amministrativo*

Francesca Argiolas, Patrizia Capparella, Martina De Angelis, Marco Gozzi, Alessandro Leli, Patrizia Mirelli, Simona Rosselli

#### *Hanno fatto parte della Struttura*

Raffaella Ciuffreda, Giuseppe Cosentino, Melissa Di Salvo, Giovanni Di Trapani, Rosa Marina Donolo, Carolina Fortunato, Biagio Giaccio, Marco Modica, Marco Nocentini, Andrea Rampa, Laura Ragazzi, Gino Romagnoli, Paolo Tommasi, Vitantonio Vacca

#### **Affidamento di servizi al RTI-Fondazione CIMA**

*Responsabile Unico del*

*Procedimento:* Emilio De Francesco

*Direttore di Esecuzione*

*Contrattuale:* Angelo Corazza

*Referenti rischio idrogeologico e idraulico:* Paola Bertuccioli, Angelo Corazza, Emilio De Francesco, Andrea Duro, Marco Falzacappa, Pietro Giordano

*Referenti pianificazione di emergenza:* Domenico Fiorito, Stefania Renzulli

#### **RTI-Fondazione CIMA (mandataria), CNR-IRPI, Consorzio CINID, Fondazione Politecnico di Milano e UNICAL-CAMILab (operatore economico rischio idrogeologico e idraulico)**

Eva Trasforini, Pasquale Lino Versace (referenti)

#### *Struttura di coordinamento*

Daniele Fabrizio Bignami, Giovanna Capparelli, Domenico De Santis, Piernicola Lollino, Giovanni Menduni, Marina Morando, Olga Petrucci, Laura Politanò, Paola Reichenbach, Francesco Silvestro

#### *Struttura tecnica*

Ilaria Boschini, Fabio Ciervo, Francesco Cruscomagno, Silvano Fortunato Dal Sasso, Michele Del Vecchio, Marco Donnini, Giuseppe Esposito, Giacomo Fagugli, Luciana Giuzio, Aldo Greco, Rocco Masi, Maria Antonia Pedone, Dina Pirone, Luca Pisano, Enrico Ponte, Carlotta Rodriguez, Danilo Spina, Carmela Vennari, Fabio Violante, Federica Zambrini

#### *Struttura gestionale*

Luca Ferraris, Tatiana Perrone

#### *Revisori*

Marco Altamura, Adriano Fedi, Luciano Galasso, Marco Massabò, Nicola Rebor, Lauro Rossi, Roberto Rudari, Paola Salvati, Maria Cristina Treu

#### *Supporto tecnico-amministrativo*

Iacopo Besio, Antonio Chiaia, Isabel Gomes, Andrea Palermo, Sonia Pezzali, Maria Ravera, Carmela Maria Santagati, Elena Sicurella

#### *Hanno fatto parte della Struttura*

Francesco Alongi, Massimiliano Alvioli, Davide Amato, Tatiana Bedrina, Daniela Biondi, Francesco Bucci, Antonino Cancelliere, Giusy Cappelluti, Mauro Cardinali, Antonio Caruso, Maria Francesco Caruso, Alessandro Casasola, Carmine Covelli, Davide Luciano De Luca, Pierpaolo Distefano, Federica Fiorucci, Chiara Franciosi, Stefano Luigi Gariano, Tatiana Ghizzoni, Marta Giambelli, Salvatore Mattia Ilarda, Massimo Melillo, Leonardo Valerio Noto, Benedetta Ossola, Anna Pelosi, Giada Penna, David Johnny Peres, Flavio Pignone, Laura Poletti, Debora Presta, Dario Pumo, Francesca Santaloia, Michele Santangelo, Graziella Emanuela Scarcella, Pietro Vuono, Veronica Zumpano





<b>PREFAZIONE</b>	<b>9</b>		
<i>Fabrizio Curcio</i>			
<b>PREFAZIONE</b>	<b>11</b>		
<i>Carla Cosentino</i>			
<b>INTRODUZIONE GENERALE</b>	<b>13</b>		
<i>Luigi D'Angelo, Fausto Guzzetti</i>			
<i>Parte Prima</i>			
<b>TERRITORIO E ORGANIZZAZIONE</b>	<b>17</b>		
<hr/>			
<b>1 CONTESTI TERRITORIALI AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE</b>	<b>21</b>		
1.1 Premessa	21		
1.2 Indirizzi e criteri	22		
1.3 Metodologia	23		
1.4 Risultati	25		
<i>Parte Seconda</i>			
<b>RISCHIO SISMICO E VULCANICO: VALUTAZIONE DELL'OPERATIVITÀ PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA</b>	<b>31</b>		
<hr/>			
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>35</b>		
<b>2 ESPOSIZIONE DEI CONTESTI TERRITORIALI</b>	<b>37</b>		
2.1 Elementi strutturali fondamentali del Sistema di Gestione dell'Emergenza (SGE) del Contesto Territoriale	37		
2.2 Elementi non strutturali del Sistema di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale	48		
<b>3 PERICOLOSITÀ SISMICA E VULCANICA</b>	<b>57</b>		
3.1 Pericolosità sismica di base: il software OpenQuake	59		
3.2 Pericolosità sismica locale: amplificazioni dello scuotimento sismico ed effetti cosismici	63		
3.3 Pericolosità sismica per il Sistema di Gestione dell'Emergenza di un Contesto Territoriale	76		
3.4 Pericolosità vulcanica ai fini dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza	79		
<b>4 VULNERABILITÀ STRUTTURALE</b>	<b>87</b>		
4.1 Vulnerabilità strutturale degli Edifici Strategici	87		
4.2 Vulnerabilità del sistema infrastrutturale: il Grafo Ottimale	93		
<b>5 VALUTAZIONE DELL'OPERATIVITÀ DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA</b>	<b>100</b>		
5.1 Operatività non strutturale del Sistema di Gestione dell'Emergenza	100		
5.2 Operatività strutturale del Sistema di Gestione dell'Emergenza	110		
<b>6 PERFORMANCE E LIVELLI ESSENZIALI DI SICUREZZA AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE</b>	<b>116</b>		
6.1 Valutazione della performance nei Contesti Territoriali ai fini della gestione delle emergenze	116		
<b>7 CONCLUSIONI RISCHIO SISMICO E VULCANICO</b>	<b>132</b>		
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>133</b>		
<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>137</b>		
<b>ACRONIMI E SIGLE</b>	<b>139</b>		

Parte Terza

**RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO:  
MIGLIORAMENTO DELLA PREVISIONE  
E DELLA PREVENZIONE NON STRUTTURALE 141**

---

**1 INTRODUZIONE 147**

**2 PREVISIONE E ALLERTAMENTO 149**

2.1 Radar meteo e altri sensori per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi 149

2.2 Sistemi di monitoraggio speditivi e a basso costo 155

**3 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E IDRAULICA 167**

3.1 Catalogo eventi 167

3.2 Mappe di suscettibilità da alluvione 174

3.3 Mappe di suscettibilità da frana 181

3.4 Indicatori e indici territoriali di pericolosità 185

**4 SISTEMA DI PIANIFICAZIONE E GESTIONE DELLE EMERGENZE 197**

4.1 Scenari di evento 197

4.2 Scenari di rischio per le persone 205

4.3 Punti critici del territorio 216

4.4 Presidio territoriale idrogeologico e idraulico 225

**5 PERFORMANCE E LIVELLI ESSENZIALI DI SICUREZZA AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE 241**

5.1 Analisi e valutazione dei Piani di Protezione Civile a scala comunale 241

5.2 Valutazione della capacità e livelli standard di mitigazione del rischio 250

**6 CONCLUSIONI RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO 258**

**ELENCO DELLE FIGURE 260**

**ALLEGATO 1 263**

Provvedimenti regionali di recepimento dei prodotti PON Idro

**ALLEGATO 2 267**

Prodotti PON Idro citati

**CONCLUSIONI GENERALI 273**

*Fausto Guzzetti*

# PREFAZIONE

**Fabrizio Curcio**

*Capo del Dipartimento della Protezione Civile*

Il Dipartimento della Protezione Civile e l'Agenzia per la Coesione Territoriale hanno sottoscritto in data 1 luglio 2016 una Convenzione per la realizzazione del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile", rivolto alle Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia.

Il Programma, finanziato nell'ambito del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, nasceva con l'obiettivo di sviluppare un percorso standard e modulare per migliorare la capacità delle amministrazioni regionali, sviluppando ulteriormente le politiche pertinenti alla riduzione del rischio attraverso il rafforzamento della governance, della cooperazione tra i diversi livelli di governo, delle capacità e delle competenze del territorio.

A conclusione del lungo percorso progettuale i risultati conseguiti sono stati superiori alle aspettative. Attraverso il Programma 14-20 è stato possibile verificare e dimostrare che i processi di miglioramento in questo specifico settore sono possibili solo attraverso percorsi condivisi con gli attori coinvolti e che l'efficacia di queste tipologie di intervento è fondamentalmente data dalla capacità di garantire la continuità e la costanza nel tempo, istituendo presidi, non solo materiali, ma soprattutto culturali e legati alle risorse umane.

Le attività di elaborazione di metodologie e Linee guida e di affiancamento con le Regioni beneficiarie si sono concluse a dicembre 2021 portando risultati importanti in termini di prodotti e procedure che sono stati recepiti anche in Delibere regionali. Risultati ancora più significativi perché attinenti con gli adempimenti connessi al Codice della Protezione Civile, alla Direttiva Piani e alla Direttiva Alluvioni. È utile evidenziare che quanto elaborato rappresenta un passo importante sia verso un percorso di miglioramento delle capacità organizzative e gestionali nel campo dell'emergenza su tutto il territorio regionale, sia per l'individuazione degli Ambiti Territoriali e Organizzativi Ottimali di cui all'art. 3, co. 3, del D.Lgs. n. 1/2018 (Codice della Protezione Civile), per i quali vengono forniti specifici indirizzi, anche dal punto di vista organizzativo, nella Direttiva per l'attuazione dell'articolo 18 del citato Codice inerente la "Predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali".

Consapevoli dell'importanza della condivisione di quanto realizzato in termini di metodi e strumenti con tutti i soggetti operanti nel settore della riduzione del rischio per dare più efficacia al prezioso lavoro svolto, con i limiti dettati dalla pandemia che ci ha costretti a riprogrammare gli eventi pianificati in presenza, il Dipartimento della Protezione Civile, sempre in collaborazione con l'Autorità di gestione del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 e con le Regioni, ha organizzato tre cicli di webinar su scala territoriale. I webinar hanno riscosso un notevole interesse anche da parte delle Regioni non destinatarie del Programma e, in particolare, l'ultimo ciclo di eventi che ha visto la partecipazione delle Autorità di Gestione dei POR ha permesso di analizzare le buone pratiche apprese e lavorare in sinergia tra vari livelli di governo per un'efficace programmazione strategica di settore.

La presente pubblicazione, quindi, non ha il solo scopo di raccontare i risultati conseguiti nel passato ma costituisce un ponte verso il futuro. Il Dipartimento della Protezione Civile, infatti, in stretto raccordo con l'Agenzia per la Coesione Territoriale e le Regioni, sta lavorando per raccogliere le sfide lanciate dalla programmazione 2021-2027 per il settore della riduzione del rischio ai fini di protezione civile, con l'obiettivo di continuare con passione e convincimento il percorso iniziato per rendere sempre più resiliente il nostro Paese.



# PREFAZIONE

**Carla Cosentino**

*Autorità di Gestione del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020*

La necessità di investire nelle competenze e conoscenze della Pubblica Amministrazione e di rafforzare il sistema di coordinamento tra i diversi livelli di governo rappresenta una delle sfide fondamentali nel nostro Paese. Queste sono infatti condizioni essenziali non solo per migliorare i servizi offerti ai cittadini e alle imprese e per rendere più efficace l'azione pubblica nel suo complesso. Ma una Pubblica Amministrazione efficiente è anche una condizione fondamentale per migliorare la qualità della spesa delle risorse della politica di coesione e rendere più efficace e concreta l'attuazione degli interventi sul territorio.

Si tratta di sfide ancora aperte. Nel Country Report 2019 per l'Italia, la Commissione europea apre il capitolo dedicato alla "qualità istituzionale" della Pubblica Amministrazione con il tema della "qualità della governance". Su questo tema il PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 ha lavorato in questi anni proprio per contribuire alla definizione di modelli e soluzioni per rafforzare la governance dell'intervento pubblico, con la consapevolezza che questo sarebbe stato possibile solo con un forte investimento nella collaborazione tra tutti i soggetti interessati.

L'Agenzia per la Coesione Territoriale, attraverso questo strumento, ha infatti promosso la cooperazione interistituzionale con l'obiettivo di mettere a sistema tutti i soggetti coinvolti nell'attuazione di specifiche policies pubbliche, rafforzandone strutturalmente competenze e capacità. La sfida è stata ed è quella di modulare gli interventi a partire dai fabbisogni specifici dei singoli territori ma definendo al tempo stesso regole comuni per garantire l'omogeneità del servizio pubblico e quindi ponendosi di fatto come un'azione di sistema. Infatti, anche laddove gli interventi sono stati territorialmente mirati o hanno coinvolto solo un numero limitato di amministrazioni pilota, i modelli e le soluzioni elaborati sono stati pensati per essere comunque applicabili all'intero complesso delle PA del Paese.

In questo quadro il progetto del Dipartimento della Protezione Civile, finanziato dal PON Governance, ha avuto l'obiettivo di migliorare le strategie per la riduzione dei rischi idrogeologico, idraulico, sismico e vulcanico ai fini di protezione civile, rafforzando la governance, la cooperazione tra i diversi livelli di governo, le capacità e le competenze dei soggetti chiamati ad intervenire a livello locale. L'iniziativa ha avuto il merito di incidere su uno dei settori più delicati per un Paese ad alta vulnerabilità come il nostro e per l'importanza che riveste la sicurezza dei territori quale elemento chiave nei percorsi di sviluppo. Come sovente ci viene riportato dalle immagini di cronaca, dove non c'è sicurezza si creano condizioni per il peggioramento della qualità della vita dei cittadini e per l'aumento della percezione di incertezza rispetto al futuro. Il progetto ha rappresentato inoltre per l'Agenzia per la Coesione Territoriale un'iniziativa esemplare perché è stata capace di interpretare pienamente il concetto di rafforzamento delle capacità del sistema di governance multilivello attraverso un modello basato su una forte azione di impulso e coordinamento centrale ma allo stesso tempo su un attento ascolto del territorio e sul dialogo con tutti i soggetti coinvolti. Un modello elaborato su uno specifico ambito di intervento, ma potenzialmente trasferibile ad altri ambiti di policy e dunque una possibile guida per futuri investimenti di sviluppo territoriale.

La riduzione del rischio riveste un ruolo centrale anche nella programmazione 2021-2027 della politica di coesione. L'obiettivo è quello di ridurre l'esposizione al rischio della popolazione, delle infrastrutture e delle imprese promuovendo l'adattamento ai cambiamenti climatici, la prevenzione di tutte le tipologie di rischio e l'aumento della resilienza alle catastrofi, e adottando livelli essenziali di sicurezza in coerenza con l'assetto organizzativo del territorio previsto dal Codice della Protezione Civile. Altamente prioritario è il contrasto al dissesto idrogeologico, la messa in sicurezza dei territori montani e delle aree a maggior rischio, che si consegue attraverso la prevenzione di eventi calamitosi e interventi di preparazione a fronteggiare la fase

di evento delle calamità e di risposta post-evento. Grande attenzione è riservata infine agli investimenti finalizzati a ridurre l'impatto dei fattori di rischio, a migliorare i sistemi di monitoraggio e di allertamento, a rafforzare la governance e le competenze territoriali.

Questa forte attenzione al territorio rappresenta anche il carattere distintivo della strategia di intervento del nuovo Programma Nazionale Capacità per la Coesione 2021-2027. Rispetto al PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 il nuovo Programma Nazionale porrà l'accento sul livello di governo locale prevedendo forme di sostegno agli Enti territoriali in modo coordinato alle iniziative di rafforzamento che continueranno a essere garantite a livello centrale e regionale. Il Programma investirà con l'obiettivo di accelerare l'attuazione degli investimenti della politica di coesione intervenendo sull'organizzazione delle strutture, sulla disponibilità e capacità delle risorse umane e sulle procedure e gli strumenti necessari per rendere più efficace la gestione degli interventi.

Nell'attuazione di questa strategia l'esperienza realizzata dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni nella programmazione 2014-2020 rappresenta sicuramente un benchmark cui fare riferimento nell'ambito della gestione e prevenzione dei rischi per la piena realizzazione nel nostro Paese dell'Obiettivo di policy del ciclo 2021-2027 "Un'Europa resiliente, più verde e a basse emissioni di carbonio".

# INTRODUZIONE GENERALE

## Luigi D'Angelo

*Direttore operativo per il coordinamento delle emergenze del Dipartimento della Protezione Civile*

## Fausto Guzzetti

*Direttore dell'Ufficio attività tecnico-scientifiche per la previsione e prevenzione dei rischi del Dipartimento della Protezione Civile*

Le attività di conoscenza e valutazione dei rischi naturali e del loro impatto sull'ambiente costituiscono una linea strategica individuata in ambito internazionale nel campo della ricerca e, più in generale, come componente essenziale delle strategie di sviluppo. A partire dalla definizione dei pericoli naturali, la relazione con gli altri fattori che contribuiscono al rischio, innanzitutto, la vulnerabilità e l'esposizione, assieme alla capacità di risposta delle comunità, rendono tale conoscenza indispensabile per individuare le azioni più efficaci di mitigazione e di prevenzione dei rischi.

Nel Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015) si ritrovano i principali riferimenti e criteri per la riduzione del rischio che, nella loro articolazione in obiettivi, risultati attesi, azioni prioritarie e principi guida, costituiscono una cornice generale in cui è indispensabile inserire anche le strategie nazionali in merito alla conoscenza, valutazione e prevenzione dei rischi.

Le azioni prioritarie definite nel Sendai Framework illustrano i principali temi a cui si devono riferire le azioni dei Governi e, non meno importante, indirizzare le attività di ricerca: 1) approfondire la conoscenza dei fattori di rischio; 2) rafforzare le capacità di governo assicurando la coerenza tra settori, soggetti coinvolti e azioni; 3) investire nella riduzione del rischio rafforzando la resilienza delle comunità e dei sistemi, invece di concentrare le azioni nelle risposte post-evento; 4) migliorare la preparazione tramite l'implementazione di misure specifiche e integrate. Nel Sendai Framework si ritrova inoltre un'indicazione rilevante, quella dell'approccio "multirischio", che – sia inteso come considerazione simultanea di diversi rischi, sia come effetti a catena indotti da uno specifico evento calamitoso – impone uno sguardo intersettoriale in termini analitici e di azioni di mitigazione. L'integrazione tra settori è, in questo senso, presupposto indispensabile per favorire l'integrazione tra misure di diverso tipo (ambientali, economiche, sociali, produttive) necessarie per fornire risposte efficaci in direzione del rafforzamento della resilienza dei territori e delle comunità. In ambito europeo e, di conseguenza, nel quadro programmatico di più diretta influenza per il panorama scientifico e tecnico italiano, si ritrovano indicazioni almeno in linea di principio coerenti con queste impostazioni. Ad esempio, l'Allegato D al Country Report sull'Italia 2019 delinea le priorità di investimento che l'Italia è chiamata ad affrontare e su cui si dovrebbe concentrare la spesa dei Fondi strutturali europei 2021-2027. In materia di clima ed energia sono considerati prioritari gli investimenti volti ad aumentare resilienza idrogeologica e sismica nonché a realizzare infrastrutture verdi finalizzate al ripristino dell'ecosistema nelle aree urbane più vulnerabili a cambiamenti climatici e all'inquinamento atmosferico. Vista l'ampia diversità geografica che contraddistingue l'Italia, inoltre, si definiscono necessarie strategie territoriali da attuare in sinergia con gli altri obiettivi più generali di promozione dello sviluppo economico e sociale. Nell'ambito di ricerca e innovazione si richiede all'Italia, tra le altre cose, di promuovere gli scambi di conoscenze tra Enti di ricerca e settori produttivi, attraverso la promozione di partnership e la formazione. La comunità scientifica, inoltre, è chiamata a costruire una rete di comunicazione e sensibilizzazione, in grado di rafforzare il coinvolgimento della popolazione per sviluppare un'adeguata consapevolezza dei rischi naturali.

Tornando ai presupposti del Programma oggetto di questa pubblicazione, un ulteriore riferimento è costituito dal Regolamento UE 1313/2013 sull'utilizzo dei Fondi strutturali. Il Regolamento specifica che all'interno degli Accordi di Partenariato e dei Programmi "siano promossi gli obblighi in materia di tutela dell'ambiente, l'impiego efficiente delle risorse, la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ai medesimi, la protezione della biodiversità, la resilienza alle catastrofi, nonché la prevenzione e la gestione dei rischi". Inoltre, all'art. 9, indica tra gli obiettivi tematici dei Fondi strutturali quelli di "promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi" e "rafforzare la capacità istituzionale

delle autorità pubbliche e delle parti interessate e un'amministrazione pubblica efficiente".

Il Dipartimento della Protezione Civile, nell'ambito delle iniziative delle Nazioni Unite per la Riduzione del Rischio da Disastri (UNISDR) – con Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 6 aprile 2013 – è stato individuato quale focal point nazionale per l'attuazione della Strategia Internazionale di Sendai DRR (Disaster Risk Reduction) 2015-2030. Le Nazioni Unite, a Sendai, sancirono ufficialmente il passaggio dalla "gestione delle catastrofi" alla "gestione del rischio di catastrofi", attraverso il ruolo di primo piano riconosciuto alle attività di prevenzione, ed attraverso una strategia basata su alcuni target globali: dalla riduzione della mortalità, della popolazione colpita, delle perdite economiche, dei danni alle infrastrutture e ai servizi essenziali; all'incremento del numero dei Paesi con strategie nazionali e locali di riduzione del rischio, cooperazione internazionale, disponibilità e accesso a sistemi multi-hazard di early warning e d'informazioni/valutazione sulla riduzione dei rischi.

In ambito nazionale, il Programma Operativo Nazionale Governance e Capacità Istituzionale gestito dall'Agenzia per la Coesione Territoriale, principale strumento per attuare le priorità strategiche in materia di rafforzamento e innovazione della Pubblica Amministrazione concordate tra l'Italia e la Commissione europea e contenute nell'Accordo di Partenariato 2014-2020, finanzia interventi che accompagnano le misure programmate di riforma della PA. Le azioni promosse riguardano lo sviluppo di modalità organizzative, procedure, strumenti e competenze finalizzate all'incremento di efficienza della P.A.

Nel quadro di questi riferimenti programmatici, il Programma Operativo Nazionale descritto nel volume ha come obiettivo principale quello di rafforzare la capacità istituzionale e rendere più efficiente l'azione delle Regioni per la riduzione del rischio idrogeologico, idraulico, sismico e vulcanico ai fini di protezione civile, favorendo le condizioni per un miglior coordinamento e una programmazione più efficace delle azioni necessarie a tale scopo. In linea con questo obiettivo, il Programma promuove il raggiungimento di "standard minimi" su tutto il territorio nazionale, attraverso un percorso di programmazione degli interventi per la riduzione dei rischi (il "Progetto standard") approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e condiviso dall'Agenzia per la Coesione Territoriale (dicembre 2015).

I Progetti standard vengono definiti attraverso: l'analisi dei fabbisogni e l'individuazione dei Contesti Territoriali; l'analisi per tipo di rischio e la definizione di scenari di rischio (rischio idrogeologico e idraulico, rischio sismico); l'analisi, l'eventuale aggiornamento e l'implementazione dei Piani di emergenza comunali, intercomunali, sovracomunali e regionali; la verifica dell'operatività del sistema di risposta in caso di emergenza e la programmazione degli interventi per il miglioramento dell'operatività della gestione dell'emergenza e della mitigazione delle condizioni di rischio; la valutazione complessiva dell'efficacia degli interventi.

Progetti standard e specifiche Linee guida saranno di supporto al decisore pubblico per la corretta ed efficace allocazione delle risorse destinate all'obiettivo di riduzione del rischio ai fini di protezione civile, allo scopo di facilitare l'assorbimento e l'impatto degli investimenti sostenuti, anche con interventi di affiancamento istituzionale e avvalendosi di specifiche competenze professionali per accompagnare i governi regionali nel processo di adozione e applicazione degli strumenti.

Il Programma ha coinvolto le Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sicilia, individuate prioritarie per gli investimenti europei destinati alle aree svantaggiate del Paese e ha previsto due linee di attività:

- attività A, attività generali per la definizione del Progetto standard e la predisposizione di Linee guida, finalizzate alla riduzione del rischio idrogeologico e/o idraulico, sismico e vulcanico e allo sviluppo di modelli di valutazione dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza;



- attività B, applicazione del Progetto standard e delle Linee guida nei Contesti Territoriali delle singole Regioni.

Il riferimento principale per lo svolgimento delle diverse attività è costituito dai Contesti Territoriali, ossia insiemi di Comuni che cooperano sul tema della riduzione del rischio e nelle quali le attività possono essere esercitate in modo unitario. I Contesti Territoriali sono individuati per tutte le Regioni italiane sulla base di una metodologia generale in cui sono considerati – tra i principali riferimenti – i Sistemi Locali del Lavoro individuati dall'ISTAT, e sono definibili come Ambiti Ottimali per la gestione dell'emergenza (D.Lgs. n. 1/2018 e Direttiva PCM del 30 aprile 2021).

Le attività sono state sviluppate seguendo le fasi descritte:

- analisi dei fabbisogni e individuazione dei Contesti Territoriali;
- analisi per tipo di rischio e definizione di scenari di rischio;
- analisi ed eventuale aggiornamento e implementazione dei Piani di emergenza comunali, intercomunali, sovracomunali e regionali;
- valutazione operatività del sistema di risposta in caso di emergenza;
- programmazione degli interventi per la mitigazione delle condizioni di rischio e per il miglioramento dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza;
- valutazione complessiva dell'efficacia degli interventi.

Le attività sono state realizzate attraverso una partnership con soggetti appartenenti al mondo della ricerca: il CNR-IGAG per il rischio sismico e vulcanico e il raggruppamento formato da Fondazione CIMA, CNR-IRPI, Politecnico di Milano, Università della Calabria CAMILab e Consorzio CINID per il rischio idrogeologico e idraulico.

Il volume, articolato in tre parti, raccoglie i risultati del Programma descrivendo, oltre che le metodologie, i prodotti realizzati a supporto della governance locale per la riduzione dei rischi sismico, vulcanico, idrogeologico e idraulico. La prima parte, dedicata al territorio e alla individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (Contesti Territoriali), è seguita da parti specifiche per i diversi rischi. Gli approcci diversi per i diversi rischi, legati a fenomeni geofisici e meteoroidro-geologici, diversi per impatto, per metodi di studio e valutazione, per normative e competenze consolidate, per procedure di gestione utilizzate in emergenza, hanno inevitabilmente condotto a risultati diversi per tipologia e complessità. Le attività svolte per le tematiche idrogeologiche e idrauliche sono state principalmente impostate per supportare e migliorare la realizzazione delle misure non strutturali di mitigazione del rischio, nella prospettiva di un potenziamento permanente della governance a livello regionale. Questo in ragione anche del fatto che tali attività si dovevano sviluppare tenendo conto di normative, competenze e processi ormai ben definiti, sia per quello che riguarda la scala regionale che quella di bacino distrettuale. In tale contesto ci si è quindi concentrati sulle misure non strutturali previste nei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni adottati dalle Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino meridionale e della Regione Siciliana e sulle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e ambientali per contenere e mitigare l'impatto dei fenomeni di dissesto geologico, idrologico e idraulico previste nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

Le attività sviluppate hanno trovato poi diretto riferimento, oltre che nel Codice della Protezione Civile, anche nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 aprile 2021 recante "Indirizzi per la pianificazione di protezione civile ai vari livelli territoriali".

Per il rischio sismico le attività sono state invece sviluppate adottando una prospettiva nazionale, senza escludere possibili ricadute e utilizzi regionali dei metodi e delle procedure messe

a punto dal Programma. Per il rischio sismico i prodotti realizzati hanno dunque una valenza per le strategie nazionali ma anche per le iniziative su scala locale. Ad esempio: la definizione di un sistema strutturale minimo (edifici, aree di emergenza, infrastrutture di collegamento e accesso) per la gestione dell'emergenza del Contesto Territoriale, partendo dalle analisi della CLE (Condizione Limite per l'Emergenza) comunali; la definizione di una pericolosità sismica specifica per lo studio dei sistemi a rete; la valutazione del danno atteso agli edifici strategici del sistema minimo di gestione dell'emergenza; la valutazione dell'efficienza globale del sistema strutturale di gestione dell'emergenza misurata attraverso un Indice di Operatività strutturale del Contesto Territoriale.

In ragione delle diverse prospettive che hanno indirizzato le attività, le parti tematiche del volume dedicate ai rischi si presentano articolate in modo differente. Nella parte relativa al rischio idrogeologico e idraulico è stata fatta una descrizione dei prodotti che, sia pure organizzati secondo la logica dei Progetti standard e sviluppati secondo le fasi descritte in precedenza, contribuiscono singolarmente al miglioramento delle misure di prevenzione non strutturale del rischio (così come definite dal Codice della Protezione Civile e recepite dalle norme regionali in materia). Nel caso del rischio sismico e vulcanico si è privilegiato il percorso metodologico necessario al raggiungimento di un unico obiettivo finale: la valutazione dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza in caso di terremoto, fornendo gli strumenti necessari per tale valutazione.

Le differenze di approccio per fenomenologie di carattere geofisico e meteo-idro-geologici e conseguenti rischi associati evidenziano la difficoltà ancora oggi esistente di affrontare la tematica dell'approccio multirischio alla gestione del territorio. I contenuti del volume rappresentano dunque uno spaccato, parziale, di quanto oggi, con le conoscenze attuali e le competenze assegnate, sia possibile realizzare e trasferire alle Regioni a supporto della governance del territorio per la riduzione dei rischi ai fini di protezione civile. Materiali e documenti completi prodotti nell'ambito del Programma sono disponibili all'indirizzo web [governancericchio.protezionecivile.gov.it](http://governancericchio.protezionecivile.gov.it).





# INDICE

*Parte Prima*

## **TERRITORIO E ORGANIZZAZIONE**

---

<b>1</b>	<b>CONTESTI TERRITORIALI AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE</b>	<b>21</b>
1.1	Premessa	21
1.2	Indirizzi e criteri	22
1.3	Metodologia	23
1.4	Risultati	25



### 1.1 - PREMESSA

In epoca recente e in vari contesti istituzionali è emersa la necessità di razionalizzare l'organizzazione del territorio al fine di ottimizzare le scelte di programmazione e allocazione delle risorse finanziarie connesse all'attività di prevenzione e di gestione delle emergenze in caso di catastrofi.

Ad esempio, nell'ambito dei lavori della Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica<sup>1</sup>, è stato approvato un documento su questo tema il 20 luglio 2016<sup>2</sup>. Tale Commissione, istituita al fine di monitorare le attività di realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica (MS) e delle analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) finanziate dall'Articolo 11 della L. n. 77/2009, pone l'accento, con l'estendersi della copertura territoriale con MS e con l'analisi della CLE<sup>3</sup>, sulla necessità di individuare priorità di intervento per ulteriori approfondimenti a livello territoriale o a livello di edificio (per esempio, quali edifici strategici considerare per la gestione dell'emergenza), in Contesti Territoriali più ampi rispetto al singolo Comune.

Parallelamente il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) ha predisposto nel 2015 un documento tecnico (Standard Minimi)<sup>4</sup>, in accordo con la Struttura di Missione per il contrasto al rischio idrogeologico e con l'Agenzia per la Coesione Territoriale, che razionalizza l'intero processo di riduzione del rischio ai fini di pro-

tezione civile, attraverso un percorso standard, prevedendo, fra l'altro, l'individuazione di "Contesti Territoriali" (CT) in cui le attività di pianificazione e conseguente gestione dell'emergenza si possano esercitare in modo unitario.

Tale principio segue l'impostazione data dall'Accordo di Partenariato Italia 2014-2020<sup>5</sup> sul tema della riduzione del rischio (Obiettivo Tematico 5), incentivando la cooperazione tra aree territoriali limitrofe e favorendo il miglioramento delle capacità di governance multilivello.

Tutte queste iniziative rientrano a pieno titolo nel percorso stabilito dalla L. n. 135/2012, la quale prevede in maniera cogente per le realtà comunali di piccola dimensione, l'esercizio in forma associata delle funzioni fondamentali dei Comuni, tra cui quella di protezione civile.

La necessità di definire dei CT indicata nel documento Standard Minimi - documento condiviso con le Regioni - viene recepita nel PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 Programma per il supporto al rafforzamento della governance per la riduzione del rischio ai fini di protezione civile, approvato e finanziato dall'Agenzia per la Coesione Territoriale. Nel Programma viene inoltre definita l'attività di predisposizione di Linee guida e procedure che avviino il processo di sostanziale omogeneità di gestione del rischio, inteso nelle sue fasi di previsione, prevenzione e mitigazione, nonché delle sue attività di tipo strutturale e non strutturale "per Contesti Territoriali". L'attività di predisposizione delle

1. Istituita con l'articolo 5, comma 7 dell'O.P.C.M. 13 novembre 2010, n. 3907.

2. Un primo documento metodologico viene predisposto nel 2016 (F. Cassone, F. Brammerini, G. Naso, S. Castenetto, "I Contesti Territoriali e i relativi Comuni di Riferimento per il perseguimento di livelli minimi di sicurezza del territorio", GNGTS, 35\* convegno internazionale, Lecce 22-24 novembre 2016) utilizzato dalla Regione Calabria (D.G.R. n. 408/2016) e dalla Regione Abruzzo (D.G.R. n. 508/2017).

3. Dopo il terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009, lo Stato ha emanato un provvedimento (L. n. 77/2009) per dare maggiore impulso alla prevenzione sismica. Con le ordinanze attuative (O.P.C.M. n. 3907, O.P.C.M. n. 4007, O.C.D.P.C. n. 52, O.C.D.P.C. n. 171, O.C.D.P.C. n. 293, O.C.D.P.C. n. 344, O.C.D.P.C. n. 532 e O.C.D.P.C. n. 675) sono stati destinati fondi per gli studi di Microzonazione Sismica e le analisi della Condizione Limite per l'Emergenza.

4. Standard Minimi per la programmazione degli interventi in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile (e di resilienza socio territoriale), riportato in allegato alla Convenzione tra l'Agenzia per la Coesione Territoriale e il Dipartimento della Protezione Civile, luglio 2016. <http://governancerischio.protezionecivile.gov.it/documents/20182/187389/Programma+DPC+PONGO-V1420/944da3ed-6aac-4dd5-934f-9d38c77dbc14> (ultimo accesso dicembre 2021).

5. <https://opencoesione.gov.it/media/uploads/bozza-accordo-partenariato-2021-2027-italia-23-06-2021.pdf> (ultimo accesso dicembre 2021).

Linee guida viene così conformata a questo standard che prevede un nuovo assetto organizzativo a livello territoriale: i CT.

Infine, ancor più recentemente, il Codice della Protezione Civile (D.Lgs. n. 1/2018) stabilisce che devono essere fissati dei criteri generali per la definizione di "Ambiti Territoriali e Organizzativi Ottimali" per l'esercizio della funzione di protezione civile a livello territoriale, sulla cui base le Regioni devono operare per la loro individuazione (articolo 3, comma 3 e articolo 11, comma 3). Tali ambiti devono essere individuati dal Piano regionale di Protezione Civile (articolo 11, comma 1, lettera a) e sono oggetto di pianificazione di protezione civile, intesa anche come definizione della strategia operativa e del modello di intervento (articolo 18, comma 1).

Nel presente lavoro viene proposta una metodologia per l'individuazione dei CT e dei relativi Comuni di Riferimento (CR); questi ultimi identificati come i Comuni nei quali si espletano le funzioni principali ai fini di protezione civile e che quindi assumono un carattere prioritario ai fini della programmazione degli interventi.

I principi generali seguiti sono:

- l'utilizzo di fonti certificate;
- l'esplicitazione della metodologia;
- la replicabilità.

Tali principi vengono recepiti dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri sugli "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" del 30 aprile 2021 (Direttiva Piani) e la metodologia, nonché la sua applicazione su tutte le Regioni e Province Autonome, vengono presi a riferimento per l'individuazione degli Ambiti Territoriali a livello nazionale.

## 1.2 - INDIRIZZI E CRITERI

Uno degli scopi principali del riordino organiz-

zativo a livello territoriale è, pertanto, di permettere un pronto intervento della protezione civile a sostegno della popolazione che vi si trova – nel momento in cui stanno subendo gli effetti di un evento calamitoso – oltre agli aspetti di prevenzione e di monitoraggio.

In modo più dettagliato, i CT possono essere definiti come ambiti territoriali dove si concentrano persone che vi abitano e/o che vi lavorano, e servono (i) per organizzare le attività di sostegno alla popolazione (ii) e di gestione dell'emergenza dovuta agli effetti di eventi calamitosi, (iii) per programmare le attività di previsione e prevenzione ai fini di protezione civile, (iv) per monitorare le condizioni insediative, (v) i livelli minimi di sicurezza garantiti alla popolazione e (vi) la capacità di risposta in caso di emergenza. I requisiti di base che devono essere soddisfatti da un CT per rispondere in modo efficace allo scopo per il quale è delimitato possono essere distinti in due principali tipologie: a) territoriali e b) istituzionali.

Requisiti territoriali sono: a1) la continuità territoriale; a2) una quantità minima di popolazione; a3) una quantità massima di popolazione; a4) una determinata accessibilità alle località abitative da definire in termini di tempo necessario per l'intervento in emergenza a sostegno della popolazione.

Requisiti istituzionali sono: b1) essere contenuti dentro i confini provinciali e regionali; b2) non suddividere entità amministrative che già svolgono in comune attività di protezione civile (per esempio, Unioni di Comuni).

I requisiti territoriali devono essere soddisfatti sostanzialmente per garantire economie di scala e/o miglioramenti, in termini di efficacia ed efficienza, nell'erogazione dei beni pubblici alle popolazioni di riferimento rispetto alla collocazione geografica e ai caratteri demografici e socio ambientali<sup>6</sup>. I requisiti istituzionali devono essere soddisfatti perché strumenti normativi e di programma-

6. Corte Costituzionale, sentenza n. 33/2019. In particolare "Non appare inutile, al riguardo, ricordare che riusciti interventi strutturali in risposta al problema della polverizzazione dei Comuni sono stati realizzati in altri ordinamenti, spesso attuando la differenziazione non solo sul piano organizzativo ma anche su quello funzionale. Ciò è avvenuto, ad esempio, in quello francese, dove



zione sovra comunale sono ad oggi vincolati a tali perimetrazioni.

Un'organizzazione del territorio che non ne tenesse conto implicherebbe specifici interventi normativi.

Per l'individuazione dei CT sono state prese in considerazione le partizioni del territorio esistenti a scala nazionale: Unioni e Associazioni di Comuni, COM (Centri Operativi Misti) e SLL (Sistemi Locali del Lavoro).

Scartate Unioni e Associazioni perché eccessivamente frammentarie e disomogenee, e COM perché basati su criteri di individuazione disomogenei e in gran parte dei casi non esplicitati, si è presa in considerazione la geografia degli SLL per verificare la rispondenza ai requisiti imposti e i possibili vantaggi e svantaggi (vedi quadro di approfondimento su SLL). Gli SLL, in sintesi, sono ambienti sociali umani, dove la popolazione che vi abita per la maggior parte vi lavora, e al tempo stesso concentrano un'elevata numerosità di posti di lavoro (persone che non vi abitano, ma vi lavorano).

Il criterio fondamentale che li definisce è l'autocontenimento degli spostamenti giornalieri per motivi di lavoro.

La motivazione a sostegno della scelta degli SLL come partizione del territorio italiano più adatta per delimitare i CT risiede principalmente nel fatto che entrambi (gli SLL e i CT) sono ambienti sociali umani, delimitati in funzione di interventi rivolti alla popolazione. Gli SLL per interventi di tipo socioeconomico (produttivo, di welfare ecc.). I CT per interventi di prevenzione e di assistenza di fronte a eventi calamitosi.

Entrambi condividono sistemi territoriali e infrastrutture, oltre al monitoraggio come osservazione continuativa del loro cambiamento. Tuttavia, per passare dagli SLL ai CT si devono superare alcuni limiti degli SLL. Questi limiti riguardano i requisiti che i CT debbono soddisfare. Gli SLL: a) non hanno un

numero minimo o massimo di popolazione; b) non rispettano i confini amministrativi delle Province, e quindi anche delle Regioni; c) non rispettano i confini di eventuali Unioni e Associazioni fra Comuni; d) non tengono conto dei tempi di raggiungimento di centri finalizzati alla gestione dell'emergenza.

Di conseguenza, sebbene gli SLL siano la partizione del territorio italiano più prossima allo scopo per il quale si delimitano i CT, tuttavia i loro confini debbono essere "aggiustati" per poter pervenire all'individuazione dei CT. A tale riguardo, di seguito viene riportata sinteticamente la descrizione della metodologia di individuazione sviluppata.

### 1.3 - METODOLOGIA

La metodologia è strutturata nelle seguenti quattro fasi:

#### 1. Fase A

a. Coerenza con i limiti amministrativi. La prima fase prevede la verifica di coerenza con i limiti amministrativi regionali e provinciali: i perimetri degli SLL che non rispettano tali confini vengono modificati adattandoli a tali limiti. Sull'intero territorio nazionale sono presenti 56 SLL che coinvolgono due Regioni e 2 SLL che coinvolgono tre Regioni. Gli SLL che coinvolgono due o più Province sono molto più numerosi (il 30% del totale): ad esempio, il SLL di Milano è composto da 174 Comuni appartenenti a 7 Province.

b. Dimensione demografica minima. Successivamente, i perimetri risultanti vengono classificati in base alla dimensione demografica. Considerando che dimensioni demografiche molto piccole possono essere poco efficienti in termini di servizi erogati, i perimetri con meno di 10.000 abi-

---

il problema è stato risolto sia con la promozione di innovative modalità di associazione intercomunale, sia attraverso formule di accompagnamento alle fusioni; in forme diverse, ma sempre con interventi di tipo organico, risposte sono state fornite anche in Germania, nel Regno Unito e in molti altri Stati europei (basti ricordare Svezia, Danimarca, Belgio, Olanda)ʹ.

tanti (51 SLL, circa l'8% del totale) vengono aggregati ai perimetri limitrofi, nel rispetto dei confini regionali e provinciali<sup>7</sup>.

## 2. Fase B

a. Coerenza con forme associative esistenti. Si effettua la sovrapposizione con la geografia delle forme istituzionali di associazione tra Comuni (principalmente Unioni di Comuni, Comunità Montane e Convenzioni di Comuni). Circa il 60% delle forme associative è interamente incluso nei perimetri risultanti dalla Fase A. Tale inclusione è maggiormente verificata in alcune Regioni, come Lazio e Liguria dove la percentuale sale all'80%, e meno in altre, come la Regione Puglia dove scende al 30%. Per evitare la suddivisione di tali associazioni, vengono ulteriormente modificati i perimetri.

b. Dimensione demografica massima. Viene eseguita una seconda analisi demografica per valutare l'eventuale suddivisione di quei perimetri con popolazione superiore ai 50.000 abitanti, considerando che, in modo simmetrico alla verifica delle dimensioni minime, tali dimensioni vengono considerate condizioni di bassa efficienza. La possibilità di sub-ripartizione è condizionata dal numero e dalla distribuzione geografica delle strutture che svolgono i servizi essenziali di protezione civile: funzioni strategiche di Intervento Operativo (Vigili del Fuoco) e Soccorso Sanitario (sistema di emergenza e soccorso). In generale almeno una di queste due strutture deve essere presente nella potenziale nuova unità territoriale. Nel caso di grandi Comuni non viene effettuata alcuna ripartizione, rimandando all'eventuale esistenza di sub-ripartizioni amministrative (Municipi o Circoscrizioni).

## 3. Fase C

a. Individuazione dei Comuni di Riferimento. Nei perimetri risultanti viene individuato un Polo Territoriale, denominato Comune di Riferimento (CR), sulla base di specifiche caratteristiche che rendono alcuni Comuni rilevanti rispetto ad altri, perché ospitano servizi essenziali per la protezione civile. I criteri utilizzati per l'individuazione sono: 1) Comuni con ruolo di Capoluogo degli SLL, ovvero con rilevanti caratteristiche demografiche e socioeconomiche, 2) Comuni in cui sono già presenti Centrali Operative della Protezione Civile, ed infine 3) Comuni che ospitano gli altri due servizi essenziali, ovvero Edifici Strategici per l'Intervento Operativo e il Soccorso Sanitario.

## 4. Fase D

a. L'ultima fase prevede la verifica dei tempi di percorrenza interni di ciascuno dei CT individuati. Prendendo in considerazione il sistema infrastrutturale stradale viene calcolato il tempo di percorrenza da ciascuna località abitata verso il CR. Si assume la soglia dei 45 minuti come tempo di riferimento entro il quale la maggior parte della popolazione deve poter raggiungere il CR<sup>8</sup>. Specifiche elaborazioni di geostatistica individuano aree isocrone ad intervalli di 15 minuti e, utilizzando i dati demografici associati alle località abitate, è possibile calcolare la popolazione raggiungibile in ciascun intervallo di tempo. Nel caso di risultati che non soddisfino la condizione imposta, vengono effettuate nuove elaborazioni territoriali a partire dalla Fase A, secondo un processo iterativo, che valuta le possibili alternative.

7. Le soglie demografiche sono state individuate anche in funzione della Direttiva DPC 31 marzo 2015, n. 1099, che individua in 30.000 una possibile dimensione ottimale per la gestione dell'emergenza. Si è pertanto individuato un buffer di  $\pm 20.000$  abitanti oltre il quale effettuare verifiche di accorpamento (sotto la soglia di 10.000 abitanti) o di eventuale ulteriore disaggregazione (sopra la soglia di 50.000 abitanti).

8. Soglia prevista dalla Direttiva DPC 31 marzo 2015, n. 1099.

## 1.4 - RISULTATI

A conclusione della applicazione della metodologia su tutto il territorio nazionale sono stati definiti 532 CT e altrettanti CR (Figura 1). L'85% di tali CR coincide con i capoluoghi di SLL. La quasi totalità della popolazione residente (99%) è raggiungibile entro 45 minuti e il 73% entro 15 minuti.

I CT delle cinque Regioni (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sicilia) sono in totale 210 e solo il 30% di essi deriva da significative modifiche alla geografia degli SLL, dovute principalmente al rispetto dei limiti amministrativi esistenti. Il 70% dei CT, invece, mantiene i perimetri SLL o deriva da suddivisioni e aggregazioni necessarie per il rispetto delle soglie demografiche.

L'interpretazione dei risultati attraverso la verifica dei tre principi specifici, se rispettati, conferma da un lato la coerenza della metodologia proposta nell'applicazione a casi reali e dall'altro l'opportunità di utilizzare i CT come possibili geografie per la pianificazione e le politiche di protezione civile.

Le modifiche alla geografia degli SLL, nella fase A della metodologia, hanno portato al pieno rispetto dei limiti regionali e provinciali; mentre per quanto riguarda la conservazione delle Unioni di Comuni, il 75% di quelle esistenti nelle cin-

que Regioni, è completamente compreso nei CT. Tale percentuale sale al 100% se si considerano solo quelle Unioni che svolgono funzioni di protezione civile in maniera associata. Il 71% dei CT ha una popolazione compresa tra 10.000 e 100.000 abitanti: quindi tutti i piccoli Comuni sono stati aggregati in unità territoriali più ampie. Il restante 29%, che supera la soglia dei 100.000 abitanti, è costituito da CT coincidenti con le maggiori aree urbane, principalmente capoluoghi di Provincia, caratterizzati sia da una rilevante concentrazione demografica, ma anche dalla presenza di adeguati servizi essenziali.

Infine, per verificare autonomia dei CT rispetto ai servizi essenziali di protezione civile, attraverso alcune analisi statistiche, sono stati calcolati i percorsi più brevi che collegano gli edifici che ospitano il Soccorso Sanitario (sistema di emergenza e soccorso sanitario) e l'Intervento Operativo (Vigili del Fuoco) con le località abitative di ciascun CT, calcolando anche la media dei tempi di percorrenza ponderati sulla popolazione residente. Il tempo medio di percorrenza è inferiore ai 20 minuti nel 91% dei CT, per raggiungere l'edificio del pronto soccorso e nell'88% dei CT per raggiungere l'edificio dell'intervento operativo, mentre la soglia dei 45 minuti è sempre rispettata.



## COSA È LA MICROZONAZIONE SISMICA (MS)

A seguito di un evento sismico, l'osservazione dei danni alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali anche a piccole distanze, oppure crolli e danni notevoli a grandi distanze dall'epicentro. Sicuramente la qualità delle costruzioni può influire sulle differenze del danno, ma spesso le cause vanno ricercate in effetti di amplificazione del moto sismico o ad instabilità del suolo. Tutto ciò è oggetto degli studi di Microzonazione Sismica (MS), che hanno infatti lo scopo di riconoscere, ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale), le condizioni geologiche e geotecniche locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico o possono produrre deformazioni permanenti del suolo (Gruppo di Lavoro MS, 2008). Gli studi di MS in Italia sono sintetizzati in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le zone stabili, nelle quali il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni

- ideali di roccia rigida (una roccia lapidea e non pervasa da fratture e fenditure) e pianeggiante;
- le zone stabili con amplificazioni, nelle quali il moto sismico viene modificato, rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche geologiche/geotecniche e morfologiche del territorio;
- le zone instabili, in cui si possono attivare (innescati dal sisma) fenomeni di deformazione permanente del territorio come le frane, la liquefazione del terreno, la fagliazione che rompe il piano campagna e i cedimenti differenziali del terreno che creano gradini morfologici.

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di MS possono essere condotti a vari "livelli" di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando da un livello 1 fino a un livello 3:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio nelle zone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte (amplificazioni e instabilità permanenti); il risultato di questo livello è la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS);
- il livello 2, utilizzando ulteriori e mirate indagini, introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee definite nel livello 1; il risultato ottenuto con metodi semplificati (abachi) è la carta di MS;
- il livello 3 restituisce una carta di MS arricchita da approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Ai fini della prevenzione sismica e della valutazione del rischio sismico, la MS è uno strumento indispensabile per i piani di governo del territorio, per la pianificazione per l'emergenza e per la progettazione di opere. Nei piani di governo del territorio, in funzione delle varie scale e dei vari livelli di intervento, gli studi di MS sono condotti sulle aree per le quali le condizioni normative prevedono l'uso a scopo edificatorio o per le infrastrutture, sulle aree che prevedono l'uso ai fini di protezione civile e sulle aree potenzialmente soggette a trasformazione. Gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

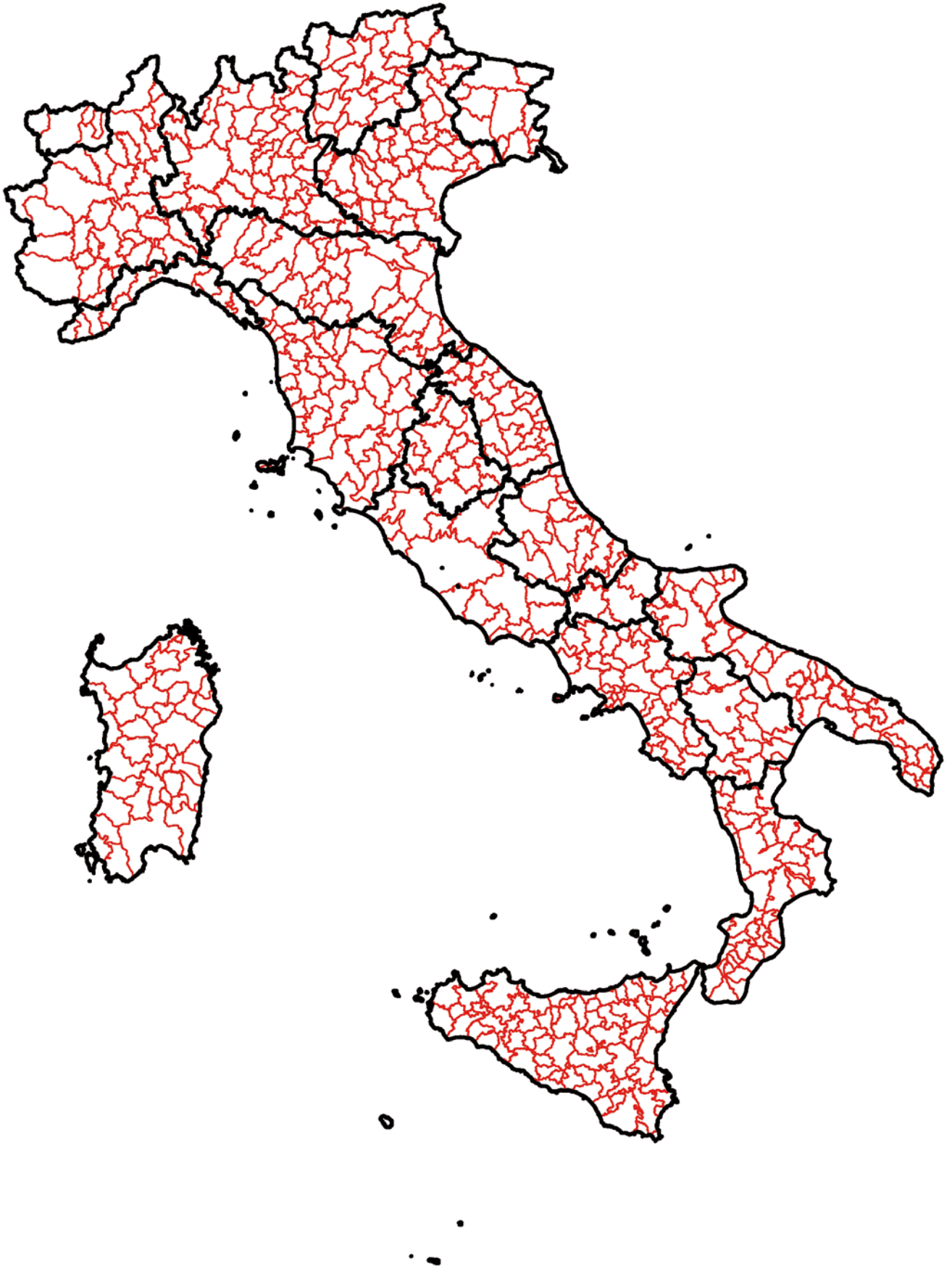
Nella pianificazione d'emergenza, sia di livello comunale che provinciale, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole individuazione degli elementi strategici (Edifici Strategici, Aree di Emergenza, Infrastrutture di Accessibilità e di Connessione) di un piano di emergenza ed in generale delle risorse di protezione civile. Infatti, la conoscenza dei possibili effetti locali indotti da un evento sismico su un territorio contribuisce a:

- scegliere Aree e strutture di Emergenza e Edifici Strategici in zone stabili;
- individuare i tratti "critici" delle infrastrutture viarie per le quali, in caso di collasso degli edifici prospicienti, potrebbero essere necessarie specifiche valutazioni di sicurezza.

Nella progettazione di opere nuove o di interventi su opere esistenti, gli studi di MS evidenziano l'importanza di fenomeni quali le possibili amplificazioni dello scuotimento legate alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e dei fenomeni di instabilità e deformazione permanente attivati dal sisma. Per opere ordinarie esistenti sulle quali si eseguiranno interventi di modesto impatto potranno in vario modo essere utilizzate già alcune informazioni qualitative proprie del livello 1. Per opere ordinarie di nuova realizzazione i risultati di livello 1 potranno in generale orientare nella scelta degli approfondimenti specifici da effettuare, mentre l'utilizzabilità diretta di risultati di livello 2 dipenderà dalla verifica della rispondenza delle caratteristiche delle zone omogenee con quelle del sito di interesse. Per le opere strategiche per finalità di protezione civile sarà in generale necessario raggiungere un approfondimento conoscitivo proprio del livello 3. In conclusione, il miglioramento della conoscenza prodotto dagli studi di MS può contribuire concretamente, insieme a studi di vulnerabilità ed esposizione, all'ottimizzazione delle risorse rese disponibili per interventi mirati alla mitigazione del rischio sismico. La banca dati sugli studi di MS è consultabile sul sito [webms.it](http://webms.it).



> **Figura 1**  
I Contesti Territoriali.



> **Figura 2**  
I Sistemi Locali del Lavoro (ISTAT, 2011).



## I SISTEMI LOCALI DEL LAVORO

La necessità di un quadro territoriale legato ai processi socioeconomici anziché ai soli confini amministrativi è da tempo riconosciuta all'interno del dibattito sulle politiche territoriali in Europa e in Italia (Calafati, 2009).

L'approccio allo sviluppo territoriale, quello che l'OCSE chiama il "nuovo paradigma della politica regionale", è stato sperimentato in varie parti del mondo negli ultimi due decenni. L'obiettivo è ridurre l'inefficienza (sottoutilizzo delle risorse) e l'esclusione sociale persistenti in aree geografiche specifiche. Questo approccio ha accresciuto in Europa l'attenzione scientifica e istituzionale alle divisioni subnazionali di rilevanza economica (Barca, 2009).

I confini amministrativi sono spesso il risultato di circostanze storiche, piuttosto che una rappresentazione di problemi sociali ed economici reali. Le regioni funzionali definite sui flussi pendolari hanno invece il vantaggio di evidenziare la reale organizzazione delle relazioni economiche e sociali. Riflettono gli aspetti spaziali dell'attività economica e rappresentano quindi unità di analisi rilevanti per l'organizzazione e lo sviluppo regionale (Kropp e Schwengler, 2014). Tra queste, i Sistemi Locali del Lavoro (SLL; Labour Market Areas-LMA) costituiscono l'esperienza metodologica più consolidata. Queste aree possono essere definite come unità spaziali economicamente integrate all'interno delle quali i residenti possono trovare lavoro entro una distanza ragionevole di pendolarismo o possono cambiare lavoro senza cambiare luogo di residenza (Smart, 1974).

L'approccio utilizzato nella definizione degli SLL segue due criteri principali: l'autocontenimento e la contiguità (Goodman, 1970; Smart, 1974). L'autocontenimento si riferisce all'idea di un sistema del lavoro locale con un alto livello di concentrazione di attività produttive e servizi. Le relazioni spaziali all'interno della regione sono massimizzate e ridotte al minimo entro i suoi confini, garantendo un alto grado di autonomia. Criterio di contiguità significa che le unità di un sistema locale di lavoro devono formare un continuum territoriale. Gli SLL sono quindi definiti attraverso l'aggregazione di unità geografiche di base (in Italia i Comuni), in base al loro livello di interazione spaziale misurato dal pendolarismo: la misura in cui i lavoratori sono disposti e in grado di spostarsi tra due luoghi indica il grado di interrelazione economica tra quei luoghi.

In Italia, l'ISTAT ha iniziato a mappare gli SLL fin dal 1989, sulla base del censimento della popolazione del 1981. Quindi ha aggiornato la mappatura nel 1991 e nel 2001<sup>9</sup>. Nel 2011, in occasione del XV censimento della popolazione, l'ISTAT ha delineato una nuova configurazione degli SLL, costituita da 611 unità (Figura 2).

Nonostante le innovazioni apportate al metodo di calcolo e l'aumento dei flussi di pendolarismo tra i Comuni nel corso dei vari decenni intercensuari, la geografia degli SLL non è stata significativamente modificata, confermando la presenza di relazioni coerenti e stabili tra i territori, che registrano solitamente cambiamenti significativi solo in più ampi periodi temporali.

9. [https://ebiblio.istat.it/digibib/Argomenti/UF10283823\\_Argomenti10\\_L\\_sistemi\\_locali\\_del\\_lavoro1991+OCRottimizz.pdf](https://ebiblio.istat.it/digibib/Argomenti/UF10283823_Argomenti10_L_sistemi_locali_del_lavoro1991+OCRottimizz.pdf)  
ISTAT, Atlante Statistico dei Comuni: <http://asc.istat.it/ASC>.



## COSA È LA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE)

Si definisce come Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano quella condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell'evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre all'interruzione delle quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, l'insediamento urbano conserva comunque, nel suo complesso, l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza, la loro accessibilità e connessione con il Contesto Territoriale. L'analisi della CLE dell'insediamento urbano viene effettuata utilizzando la modulistica predisposta dalla Commissione Tecnica di cui all'articolo 5 commi 7 e 8 dell'O.P.C.M. n. 3907/2010 ed emanata con apposito Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2014). Tale analisi comporta:

- a. l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza;
- b. l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e di connessione con il Contesto Territoriale, degli edifici e delle aree di cui al punto a. e gli eventuali elementi critici;
- c. l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione con il Contesto Territoriale.

A tal fine sono stati predisposti degli standard di archiviazione dei dati, questi ultimi rilevati attraverso una apposita modulistica (cinque tipi di schede) e rappresentati cartograficamente (in formato shapefile). Le cinque schede sono:

- ES Edificio Strategico
- AE Area di Emergenza
- AC Infrastruttura Accessibilità/Connessione
- AS Aggregato Strutturale
- US Unità Strutturale

L'analisi viene condotta in concomitanza agli studi di Microzonazione Sismica e perciò a livello comunale, anche se è possibile effettuarla a livello intercomunale.

La banca dati sulle analisi della CLE è consultabile sul sito [webms.it](http://webms.it).







# INDICE

Parte Seconda

## RISCHIO SISMICO E VULCANICO: VALUTAZIONE DELL'OPERATIVITÀ PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>35</b>
<b>2</b>	<b>ESPOSIZIONE DEI CONTESTI TERRITORIALI</b>	<b>37</b>
2.1	Elementi strutturali fondamentali del Sistema di Gestione dell'Emergenza (SGE) del Contesto Territoriale	37
2.1.1	Obiettivi	37
2.1.2	Metodologia	37
2.1.3	Procedura	38
2.2	Elementi non strutturali del Sistema di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale	48
2.2.1	Quadro di riferimento	48
2.2.2	Struttura della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile	51
2.2.3	Valutazione di affidabilità della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile	53
<b>3</b>	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA E VULCANICA</b>	<b>57</b>
3.1	Pericolosità sismica di base: il software OpenQuake	59
3.2	Pericolosità sismica locale: amplificazioni dello scuotimento sismico ed effetti cosismici	63
3.2.1	Amplificazione dello scuotimento sismico in superficie	63
3.2.2	Mappa del $V_{s30}$ per il territorio nazionale	64
3.2.3	Mappa dei Fattori di Amplificazione litostratigrafici per il territorio nazionale	66
3.2.4	Metodologia e risultati della valutazione di fenomeni cosismici permanenti	66
3.2.5	Liquefazione dinamica	72
3.3	Pericolosità sismica per il Sistema di Gestione dell'Emergenza di un Contesto Territoriale	76
3.4	Pericolosità vulcanica ai fini dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza	79
3.4.1	Metodologia di calcolo	82
3.4.2	Mappe aggregate di pericolosità vulcanica	84
3.4.3	Mappa combinata di pericolosità vulcanica	86
<b>4</b>	<b>VULNERABILITÀ STRUTTURALE</b>	<b>87</b>
4.1	Vulnerabilità strutturale degli Edifici Strategici	87
4.1.1	Considerazioni introduttive	87
4.1.2	Il modello SMAV	88
4.1.3	Metodologia per la costruzione delle curve di fragilità	89
4.1.4	Probabilità di operatività di un arco stradale per crollo di edifici interferenti	91
4.1.5	Esempi applicativi	91
4.2	Vulnerabilità del sistema infrastrutturale: il Grafo Ottimale	93
4.2.1	Rappresentazione matematica del Sistema di Gestione dell'Emergenza	94
4.2.2	L'individuazione del Grafo Ottimale con softGOCT	94
4.2.3	Esempi di applicazione: il CT di Rionero in Vulture	97
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'OPERATIVITÀ DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA</b>	<b>100</b>
5.1	Operatività non strutturale del Sistema di Gestione dell'Emergenza	100
5.1.1	Metodologia di valutazione attraverso le Schede di analisi dei PPC	100

5.1.2	Definizione delle caratteristiche di qualità del Piano di Protezione Civile	100
5.1.3	Assegnazione del punteggio agli elementi misurati	103
5.1.4	Calcolo degli indicatori. Aggregazione dei valori per caratteristiche di qualità, per l'intero Piano e per CT	103
5.1.5	Sperimentazione	103
5.1.6	Piattaforma web per l'analisi dei Piani di Protezione Civile	106
5.2	Operatività strutturale del Sistema di Gestione dell'Emergenza	110
5.2.1	Considerazioni introduttive	110
5.2.2	L'Indice di Operatività strutturale del Contesto Territoriale	111
5.2.3	Calcolo di <i>IOCT</i> per un certo periodo di ritorno $T_R$	112
5.2.4	Indici di Operatività delle singole componenti	113
5.2.5	Applicazione della metodologia ai Contesti Territoriali pilota	113
<b>6</b>	<b>PERFORMANCE E LIVELLI ESSENZIALI DI SICUREZZA AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE</b>	<b>116</b>
6.1	Valutazione della performance nei Contesti Territoriali ai fini della gestione delle emergenze	116
6.1.1	Obiettivi	116
6.1.2	Indicatori per le componenti del rischio	116
6.1.3	Indicatori delle risorse e delle funzioni strategiche	120
6.1.4	Indicatori di efficienza e funzionalità	120
6.1.5	Alcune valutazioni di sintesi	124
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI RISCHIO SISMICO E VULCANICO</b>	<b>132</b>

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>133</b>
---------------------	------------

<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>137</b>
----------------------------	------------

<b>ACRONIMI E SIGLE</b>	<b>139</b>
-------------------------	------------

Il D.Lgs. n. 1/2018 (Codice della Protezione Civile) ha definito una nuova geografia di riferimento per la pianificazione e la gestione dell'emergenza (Ambiti Territoriali Ottimali) che richiede, di conseguenza, lo sviluppo di un nuovo quadro di analisi e valutazione delle condizioni di sicurezza ai fini di protezione civile. Le diverse attività, descritte nei capitoli e paragrafi che seguono, hanno consentito di sviluppare e applicare, nelle cinque Regioni oggetto del Programma del Dipartimento (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sicilia), una metodologia finalizzata a valutare la capacità di gestione di un'emergenza sismica da parte di un sistema territoriale articolato in aree geografiche ottimali: i Contesti Territoriali (CT).

I CT, composti da uno o più Comuni, sono stati identificati analizzando le relazioni esistenti dal punto di vista socioeconomico e demografico, a partire da dati e metodologie ISTAT, tenuto conto degli assetti organizzativi della protezione civile ed effettuate opportune verifiche, fra cui quelle di raggiungibilità della popolazione dagli Edifici Strategici fondamentali e di coerenza con il sistema dei limiti amministrativi.

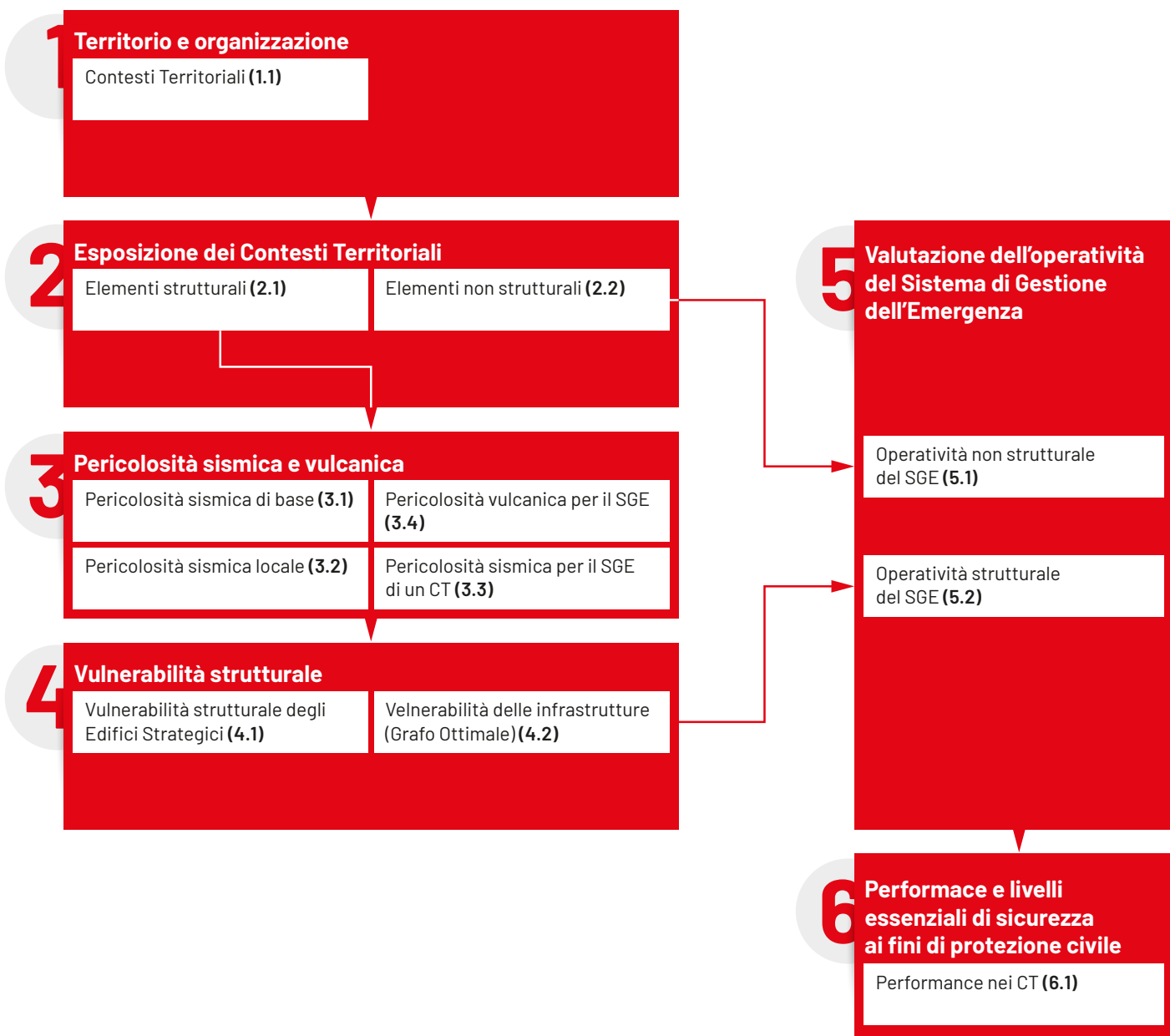
A partire dall'analisi delle caratteristiche fisiche e strutturali del territorio, il percorso logico, schematizzato nel diagramma in figura, conduce alle valutazioni sull'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza in caso di terremoto e alla definizione delle prestazioni richieste e dei relativi fabbisogni. L'emergenza vulcanica è stata affrontata per i soli aspetti relativi alla definizione della pericolosità, mentre le valutazioni non sono state utilizzate nei passaggi successivi che hanno condotto alla definizione dell'operatività del Sistema di Gestione dell'Emergenza (SGE).

La metodologia, individuati i Contesti Territoriali (Parte Prima Capitolo 1), che costituiscono il presupposto per la definizione degli Ambiti Territoriali Ottimali previsti dalla normativa, è stata sviluppata attraverso le seguenti attività:

- la definizione di un sistema strutturale minimo (edifici, aree di emergenza, infrastruttu-

re di collegamento e accesso) per la gestione dell'emergenza del Contesto Territoriale, partendo dalle analisi delle CLE (Condizione Limite per l'Emergenza) comunali (§ 2.1);

- la definizione degli elementi non strutturali del Sistema di Gestione dell'Emergenza, attraverso l'analisi di coerenza, completezza e attualità dei Piani di Protezione Civile (PPC) comunali, con riferimento a quanto previsto dalla Direttiva "Indirizzi nazionali per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" (Direttiva Piani) (§ 2.2);
  - la definizione di una pericolosità sismica specifica per lo studio dei sistemi a rete spazialmente distribuiti, come il SGE, a partire dalla pericolosità sismica di base (§ 3.1) e locale (§ 3.2), descrivendo i risultati dell'applicazione ad un CT pilota (§ 3.3);
  - la definizione di una pericolosità vulcanica per il Sistema di Gestione dell'Emergenza (§ 3.4), tenuto conto delle problematiche specifiche delle aree vulcaniche delle Regioni Sicilia e Campania;
  - la valutazione del danno atteso agli Edifici Strategici del sistema minimo di gestione dell'emergenza (SGE), con curve di fragilità (azione sismica/danno) ottenute da modelli semplificati e avanzati (§ 4.1);
  - la definizione della struttura relazionale ottimale, composta da nodi e archi (Grafo Ottimale), del Sistema strutturale minimo di Gestione dell'Emergenza (SGE) del Contesto Territoriale, che ottimizza il sistema stesso rispetto a uno o più criteri prestabiliti (indicatori di efficienza, perturbazioni legate a vari tipi di pericolosità) e alla riduzione degli oneri computazionali della successiva fase di valutazione (§ 4.2);
  - la valutazione dell'operatività non strutturale del Sistema di Gestione dell'Emergenza a partire dall'analisi dei PPC comunali (§ 5.1);
- la valutazione dell'efficienza globale del sistema strutturale di gestione dell'emergenza misurata attraverso un Indice di Operatività strutturale del CT (*IOCT*) (§ 5.2), compresa una



> **Figura 1.1**  
Struttura delle attività per la valutazione dell'operatività del Contesto Territoriale.

stima di massima su alcuni Contesti Territoriali individuati come casi pilota nelle cinque Regioni relativamente alla spesa economica per raggiungere la massima Operatività strutturale o per effettuare uno o più passaggi di classe di operatività;

- la predisposizione di uno specifico sistema informativo (webgis) costruito con gli indicatori di operatività e gli indici di qualità dei PPC a supporto della valutazione del Sistema di Gestione dell'Emergenza nei Contesti Territoriali (§ 6.1), per la definizione delle performance in funzione dei livelli essenziali di sicurezza ai fini di protezione civile.

Gli indici per la valutazione di operatività del SGE (*IOCT* e indice di qualità dei PPC) sono stati elaborati solo in alcuni CT per ciascu-

na Regione. I tempi e le risorse disponibili non hanno permesso, infatti, l'elaborazione su tutti i territori delle cinque Regioni. Per tale motivo è auspicabile che futuri finanziamenti consentano l'applicazione della metodologia a tutti i CT, possibilmente anche nelle altre Regioni italiane, per avere il quadro completo dei fabbisogni che garantisca i livelli essenziali per la sicurezza ai fini di protezione civile per tutta la popolazione. Quanto descritto nei successivi capitoli si basa sui prodotti realizzati assieme al Gruppo di Lavoro dell'operatore economico CNR\*, nell'ambito del contratto stipulato per lo svolgimento delle attività previste dal programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 per la riduzione del rischio sismico e vulcanico (nel seguito "Gruppo di Lavoro PON Sisma").

(\*) Si ringrazia il dott. Massimiliano Moscatelli, del CNR-IGAG, per i preziosi consigli e l'attenta rilettura del testo relativo al rischio sismico e vulcanico.

## 2.1 - ELEMENTI STRUTTURALI FONDAMENTALI DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA (SGE) DEL CONTESTO TERRITORIALE

### 2.1.1 - Obiettivi

Con l'obiettivo di valutare l'operatività della componente strutturale (fisica) del Sistema di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale (CT), si è ritenuto indispensabile definire in maniera univoca e stabile nel tempo tale sistema, predisponendo delle specifiche Linee guida (Linee guida Individuazione Elementi Strutturali minimi del Contesto Territoriale - CLE di CT).

Le Linee guida forniscono riferimenti e criteri per l'individuazione degli elementi fisici - edifici, aree, infrastrutture - che compongono il Sistema di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale (SGE), operazione indispensabile e preliminare alla valutazione dell'operatività del sistema tramite la determinazione dell'indice *IOCT* (§ 5.2). Gli elementi sono individuati con specifico riferimento ai criteri già determinati attraverso la Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) e selezionati tra quanto individuato nelle analisi delle CLE comunali dove disponibili o, in alcune specifiche condizioni, dagli strumenti di pianificazione e programmazione regionali. Le procedure descritte nelle Linee guida sono finalizzate a verificare la presenza e l'adeguatezza degli elementi strutturali minimi indispensabili per la gestione dell'emergenza a scala di CT. Solo in caso di eventuali carenze o inadeguatezze nell'individuazione preesistente nelle analisi della CLE, sono fornite indicazioni per l'identificazione ex novo di elementi essenziali.

### 2.1.2 - Metodologia

L'insieme degli elementi fisici che costituiscono il Sistema di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale può essere definito per chiarezza espositiva come Sistema strut-

turale di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale (di seguito anche SGE). L'obiettivo del Sistema strutturale di CT è quello di assicurare la gestione dell'emergenza nel CT stesso in caso di evento catastrofico. Tale gestione dell'emergenza viene definita sulla base di quanto deriva dalla definizione di CLE e da quanto indicato nel D.Lgs. n. 1/2018, ed è qui riferita solo agli elementi strutturali, ossia gli elementi fisici che permettono di svolgere le funzioni essenziali per la gestione dell'emergenza. Non sono quindi considerati elementi non strutturali quali, ad esempio, l'assetto organizzativo o le procedure.

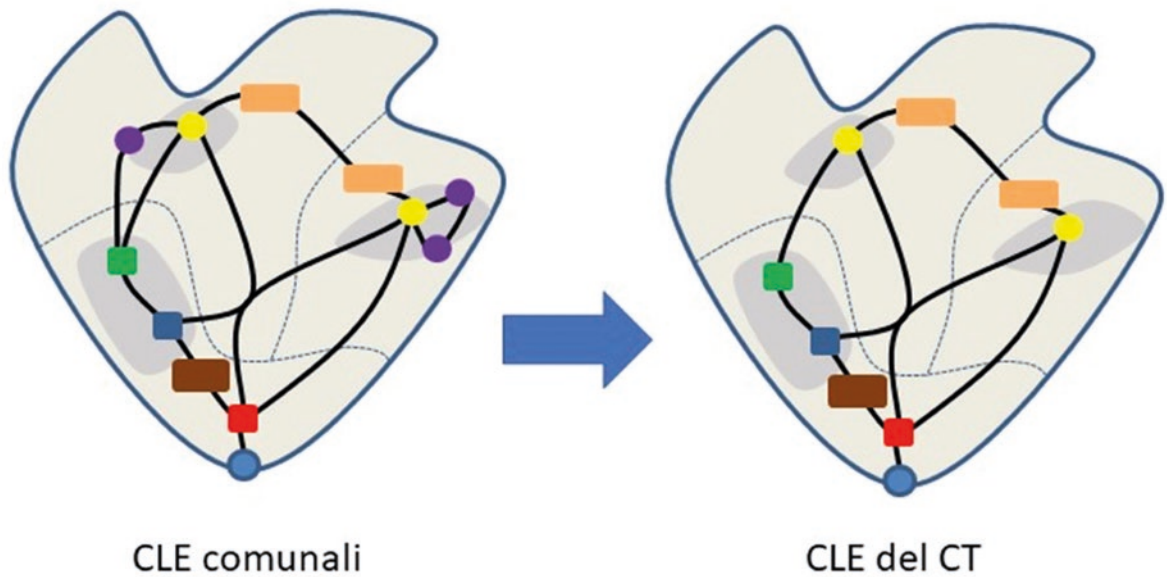
Gli elementi considerati compongono un sistema strutturale essenziale, ossia minimo. Ferme restando le specificità territoriali insediative di ogni CT, devono essere presenti almeno gli elementi fisici (edifici, aree, percorsi) indispensabili per svolgere le funzioni strategiche per la gestione dell'emergenza a scala di CT. In particolare, aver definito un sistema minimo, permette confronti tra diversi CT a livello di performance, consentendo l'individuazione di situazioni critiche e di priorità di intervento attraverso graduatorie.

Gli elementi considerati che, nel loro insieme, definiscono il Sistema strutturale di CT, ossia la CLE di CT, sono (Figura 2.1):

- Edifici Strategici (ES);
- Aree per l'Emergenza (AE);
- Infrastrutture di Accessibilità e Connessione (AC).

In particolare, per ES alla scala di CT si intendono:

- gli edifici che ospitano funzioni strategiche fondamentali, come individuati nell'articolo 18 dell'O.P.C.M. n. 4007:
  - Edificio di coordinamento interventi a scala di CT (ES1 di CT) individuato nel Comune di Riferimento del CT (CR);
  - Edificio per il soccorso sanitario (ES2) di riferimento per il CT;
  - Edificio per l'intervento operativo (ES3 - Vigili del Fuoco) di riferimento per il CT;
- gli edifici con funzione di coordinamento



Edifici strategici (ES)	Aree di emergenza (AE)
<span style="color: blue;">■</span> Centro di coordinamento (ES1)	<span style="color: brown;">■</span> Area di ammassamento
<span style="color: red;">■</span> Soccorso sanitario (ES2)	<span style="color: orange;">■</span> Area di ricovero
<span style="color: green;">■</span> Intervento operativo (ES3)	<span style="color: black;">—</span> Infrastrutture (AC)
<span style="color: yellow;">●</span> COC (ES1 comunale)	
<span style="color: purple;">●</span> Altro edificio strategico (Esn)	

**> Figura 2.1**  
 Selezione degli elementi del Sistema strutturale di Gestione dell’Emergenza del Contesto Territoriale dalle analisi delle CLE comunali. Per gli ES si prendono in considerazione: tre Edifici Strategici fondamentali per l’intero CT, oltre ad un numero di ES1 comunali pari al numero dei Comuni del CT diversi dal CR.

interventi comunali (Centri Operativi Comunali-COC) dei Comuni appartenenti al CT.

È opportuno sottolineare che:

- l’ES1 di CT è localizzato nel CR;
- gli ES2 ed ES3 possono essere situati anche in Comuni del CT diversi dal CR o all’esterno del CT, qualora nel CT in esame non siano presenti edifici per il soccorso sanitario e l’intervento operativo o questi non rispondano ai requisiti più avanti definiti;
- tutti gli ES possono essere costituiti da una o più Unità Strutturali (vedi definizione negli Standard CLE). Mentre l’ES1 di CT è unico, per gli ES2 e gli ES3 di CT possono essere considerati anche più edifici se presenti all’interno del CT.

Per Aree di Emergenza (AE) del CT si intendono:

- un’Area di Ammassamento del CT;
- un’Area di Ricovero per ognuno dei Comuni appartenenti al CT.

Per Infrastrutture di Accessibilità e Connessione (AC) del CT si indicano:

- le Infrastrutture di Connessione tra gli elementi ES e AE definiti ai punti precedenti (AC\_conn);

- le Infrastrutture di Accessibilità al/dal CT rispetto alla viabilità territoriale superiore (AC\_acc).

Nel loro insieme gli elementi individuati formano il grafo del Sistema strutturale di CT, formato da nodi (edifici e aree) e archi (infrastrutture), che costituisce la base per la valutazione dell’Operatività strutturale del Sistema (vedi IOCT, § 5.2).

### 2.1.3 - Procedura

La procedura proposta per l’individuazione del Sistema strutturale di CT si articola in due fasi:

- identificazione degli elementi minimi indispensabili (tra le tipologie considerate per l’analisi della CLE: Edifici Strategici, Aree per l’Emergenza, Infrastrutture di Accessibilità e Connessione);
- verifica della presenza dei requisiti degli elementi selezionati necessari per assicurarne la funzionalità.

Possono essere distinte tre tipi di fonti per individuare gli elementi del Sistema strutturale di CT:

- analisi delle CLE;
- dati, documenti e strumenti di pianificazio-



ne a scala territoriale superiore al Comune (provinciali/regionali/nazionali) che riguardano edifici sanitari, Vigili del Fuoco, infrastrutture principali;

- strumenti di pianificazione o studi a scala comunale che riguardano edifici per coordinamento interventi comunali, aree per l'emergenza, infrastrutture secondarie.

Gli elementi individuati alla scala comunale tramite analisi della CLE sono:

- Edificio Strategico di coordinamento interventi del Contesto Territoriale (ES1 di CT) situato nel Comune di Riferimento (CR) del CT;
- Edifici Strategici di coordinamento interventi comunali (ES1 comunale);
- Area di Ammassamento AE\_amm situata in un Comune del CT;
- Aree di Ricovero AE\_ric situate nei diversi Comuni del CT;
- Infrastrutture di Accessibilità e Connessione diverse dai percorsi principali individuati a scala territoriale.

I dati delle analisi della CLE sono desumibili dalla cartografia e dalle Schede ES, AE, AC riferite agli oggetti della cartografia.

Gli elementi individuati tramite informazioni di scala territoriale regionale possono essere:

- gli edifici sanitari e i distretti sanitari (ES2 del CT);
- gli edifici dei Vigili del Fuoco e gli ambiti di competenza (ES3 del CT);
- la rete delle infrastrutture primarie regionali.

Infine, gli eventuali ulteriori elementi individuati tramite informazioni di scala comunale faranno riferimento a:

- Piani di Protezione Civili/Piani urbanistici;
- documenti di pianificazione e programmazione regionali/provinciali/comunali.

La verifica dei requisiti dei singoli elementi selezionati avviene tramite apposite schede, una per ciascuna tipologia di elemento selezionato, riportate qui di seguito.

## INDICE DELLE SCHEDE DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DEL CONTESTO TERRITORIALE<sup>1</sup>

Scheda di verifica	Identificazione da analisi CLE comunali	Identificazione in assenza di analisi CLE comunali
<b>ES1 CT</b> COORDINAMENTO INTERVENTI DEL CT	<b>Identificazione nelle schede ES del CR</b> ES1 del CR (campo 48 scheda ES) con funzioni di coordinamento interventi a scala di CT, oppure selezione sulla base del campo 51 secondo codici: <ul style="list-style-type: none"> <li>• S95 (Sede di protezione civile nazionale);</li> <li>• S96 (Sede di protezione civile regionale);</li> <li>• S97 (Sede di protezione civile provinciale);</li> <li>• S98 (Sede di protezione civile comunale o intercomunale).</li> </ul> Possono essere considerati più ES1 solo per unità strutturali distinte della medesima funzione strategica.	Si considera un edificio del CR cui sia stata attribuita funzione di coordinamento interventi nella pianificazione d'emergenza. In assenza di indicazioni nella pianificazione di emergenza: si individua un edificio di proprietà pubblica al più elevato livello di organizzazione dell'Amministrazione Pubblica presente nel Comune, preferibilmente con funzioni tecniche, di concerto tra la Regione e le amministrazioni coinvolte.
<b>ES2 CT</b> SOCCORSO SANITARIO CT	<b>Identificazione ospedali</b> e altre strutture sanitarie distinti nelle tipologie previste dal D.M. n. 70/2015 e s.m.i., attraverso il Piano sanitario regionale. In caso di inesistenza di edifici idonei nel CT in esame si dovranno considerare, come elementi di nuova individuazione, edifici in CT limitrofi o prossimi appartenenti al medesimo distretto sanitario del CR. Le schede della CLE (ES) vengono utilizzate in modo orientativo e per la verifica di corrispondenza.	
<b>ES3 CT</b> INTERVENTO OPERATIVO CT	<b>Identificazione edifici appartenenti ai Vigili del Fuoco (VVF)</b> e ospitanti funzioni di intervento operativo (caserme, distaccamenti e simili). In caso di inesistenza di edifici idonei nei Comuni del CT si dovranno considerare ES3 nel cui ambito di competenza ricade il CR, oppure in funzione del minimo percorso tra ES3 e CR. Le schede della CLE (ES) vengono utilizzate in modo orientativo e per la verifica di corrispondenza.	
<b>ES1 COMUNALI</b> COORDINAMENTO INTERVENTI A LIVELLO COMUNALE	<b>Identificazione nelle schede ES del Comune</b> ES1 per ciascun Comune appartenente al CT (campo 49 o, in alternativa, campo 51 codice S98). Possono essere considerati più ES1 solo per unità strutturali distinte della medesima funzione strategica.	Si considera un edificio cui sia stata attribuita funzione di coordinamento interventi nella pianificazione d'emergenza. In assenza di indicazioni dalla pianificazione: si individua un edificio di proprietà pubblica al più elevato livello di organizzazione dell'Amministrazione Pubblica presente nel Comune, preferibilmente con funzioni tecniche e di concerto tra la Regione e l'amministrazione comunale.
<b>AE_AMM DEL CT</b>	<b>Identificazione nella scheda AE</b> per l'area di ammassamento (campo 8) di maggiori dimensioni su tutte le schede dei Comuni (campi 13, 14 e 15).	Identificazione area di proprietà pubblica di dimensioni pari o superiori a 25000 mq e rispondente ai criteri generali Direttiva n. 1099/2015, punto 3; Manuale CLE, Scheda AE, sezione 2.3.2, istruzioni per campo 8.
<b>AE_RIC COMUNALI</b>	<b>Identificazione nelle schede AE</b> per le aree di ricovero (campo 8) di maggiori dimensioni per ciascun Comune (campi 13, 14 e 15).	Identificazione di un'area di proprietà pubblica e rispondente ai criteri generali Direttiva n. 1099/2015, punto 3.3; Manuale CLE, sezione 2.3.2 campo 8.
<b>AC_ACC CT</b>	<b>Identificazione nelle schede AC</b> di infrastrutture di accessibilità per tutti i Comuni (campo 5).	Identificazione percorsi secondo criteri verifica (v. scheda AC_acc).
<b>AC_CONN CT</b>	<b>Identificazione nelle schede AC</b> di infrastrutture di connessione e accessibilità per tutti i Comuni (campo 5).	Identificazione percorsi secondo criteri verifica (v. scheda AC_conn).

1. Nel testo si fa riferimento alle schede ES, AE e AC dell'analisi della CLE (Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'O.P.C.M. 13 novembre 2010, n. 3907), Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE), versione 3.1).

## SCHEDA VERIFICA ES1 - EDIFICIO STRATEGICO DI COORDINAMENTO INTERVENTI PER IL CONTESTO TERRITORIALE

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'edificio non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda ES campo 37 e campo 46).	Direttiva n. 1099/2015, punto 2.1. Scheda semplificata rilievo sedi Dicomac-CCS-sezioni B e C.
B Funzione	L'edificio possiede una funzione corrispondente al più elevato livello di organizzazione dell'Amministrazione Pubblica del Comune. Sono da privilegiare sedi di livello superiore rispetto a sedi di livello inferiore e sedi tecniche a sedi amministrative.	
C Requisiti funzionali e dimensionali	Dimensioni minime: 800-1000 mq (Scheda ES campo 23 e campo 18). Dotazioni minime di spazi e impianti: spazi e impianti per le funzioni di supporto attivabili in situazioni di emergenza (attestazione dell'amministrazione competente).	Direttiva n. 1099/2015, sezione A-allegato A, sezione E. Scheda semplificata rilievo sedi Dicomac-CCS.
D Condizioni d'uso e disponibilità	L'edificio possiede un uso ordinario attuale definito (non è in abbandono né in corso di trasformazione). L'edificio è di disponibilità immediata o permette il cambio d'uso immediato in fase di emergenza.	Direttiva n. 1099/2015, sezione A-allegato A. Scheda semplificata rilievo sedi Dicomac-CCS.
E Proprietà e vincoli	L'edificio è di proprietà pubblica. L'edificio è vincolato all'uso per almeno 10 anni.	

**SCHEDA VERIFICA ES2 - EDIFICIO STRATEGICO DI SOCCORSO SANITARIO PER IL CONTESTO TERRITORIALE<sup>2</sup>**

<b>Requisito</b>	<b>Verifiche</b>	<b>Note</b>
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'edificio non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda ES campo 37 e campo 46).	Direttiva n. 1099/2015, punto 2.1. Scheda semplificata rilievo sedi Dicomac-CCS-sezioni B e C.
B Funzione	L'edificio corrisponde a strutture sanitarie con funzioni fondamentali per la gestione dell'emergenza sismica (secondo "Classificazione delle strutture ospedaliere" e "Rete dell'emergenza-urgenza" Allegato 1 D.M. n. 70/2015 e s.m.i. e determinazioni regionali) Rispondenza tra codice dell'ES2 da analisi CLE ed uso effettivo: il confronto tra i campi 12b (denominazione), 48 (funzione strategica), 51 (uso attuale) della scheda ES deve restituire informazioni coerenti.	Non sono da considerare altri edifici corrispondenti a Case di Cura, Ambulatori, Guardie mediche, Sedi ASL, Sedi INAM-INPS e simili (codici da S22 a S25 nelle schede ES campo 51).
C Requisiti funzionali e dimensionali	Spazi, dimensioni e impianti: rispondenti ai requisiti secondo la "Classificazione delle strutture ospedaliere" e la "Rete dell'emergenza-urgenza".	Allegato 1 D.M. n. 70/2015 e s.m.i., altri riferimenti nazionali o regionali.
D Condizioni d'uso e disponibilità		
E Proprietà e vincoli	L'edificio è di proprietà pubblica. L'edificio è vincolato all'uso per almeno 10 anni.	

2. Di norma per ogni CT dovrà essere considerata almeno una funzione strategica di soccorso sanitario, (tipo ES2 in analisi CLE) o in numero maggiore, se esistenti nel CT, anche qualora non censite nelle analisi CLE comunali, e del grado più elevato secondo la classificazione dal D.M. n. 70/2015 e s.m.i.

In caso di assenza di ES2 nel CT (o di alternative a edifici con requisiti non verificati) in esame si dovranno considerare, come elementi di nuova individuazione, ES2 in CT limitrofi o prossimi al CT in esame, appartenenti al medesimo distretto sanitario del CR.

Nel caso di Comuni del CT a distanza maggiore di 45 minuti rispetto all'ES2 selezionato, si potrà valutare l'opportunità di assicurare una connessione anche ad altri ES2 esterni al CT a distanza minore.

Si ritiene opportuno considerare anche più ES2 delle caratteristiche precisate, per varie ragioni: diversi ES2 possono trovarsi in stretta connessione funzionale con l'ES2 principale, possono esistere ES2 che servano CT limitrofi privi di ES2 appartenenti allo stesso distretto sanitario del CT in esame; più in generale il numero di ES2 può essere calibrato rispetto alle dimensioni demografiche del contesto o del distretto sanitario (in funzione della organizzazione e programmazione sanitaria regionale).

**SCHEDA VERIFICA ES3 - EDIFICIO STRATEGICO DI INTERVENTO OPERATIVO PER IL CONTESTO TERRITORIALE<sup>3</sup>**

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'edificio non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda ES campo 37 e campo 46).	Direttiva n. 1099/2015, punto 2.1. Scheda semplificata rilievo sedi Dicomac-CCS-sezioni B e C.
B Funzione	L'edificio fa parte delle strutture appartenenti ai Vigili del Fuoco (VVF) e ospitanti funzioni e risorse di intervento operativo in caso di emergenza sismica (articolazione strutture periferiche del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco art. 2 D.Lgs. n. 139/2006 e s.m.i.). Rispondenza tra codice dell'ES3 nell'analisi CLE ed uso effettivo: il confronto tra i campi 12b (denominazione), 48 (identificativo funzione strategica), 49 (struttura di gestione dell'emergenza), 51 (uso attuale) della scheda ES deve restituire informazioni coerenti.	Non sono da considerare edifici di funzioni diverse dai Vigili del Fuoco (es. Forze Armate, Carabinieri e Forze dell'Ordine, Guardia di Finanza, Corpo Forestale (Carabinieri Forestali).
C Requisiti funzionali e dimensionali	Spazi, dimensioni e impianti: rispondenti ai requisiti secondo riferimenti nazionali o regionali specifici (D.Lgs. n. 139/2006 e s.m.i.).	
D Condizioni d'uso e disponibilità	L'edificio possiede un uso ordinario attuale definito (non è in abbandono né in corso di trasformazione) corrispondente a intervento operativo. L'edificio è di disponibilità immediata.	
E Proprietà e vincoli	L'edificio è di proprietà pubblica. L'edificio è vincolato all'uso per almeno 10 anni.	

3. Per ogni CT dovrà essere considerata almeno una funzione strategica di tipo ES3 o in numero maggiore, se esistenti nel CT, anche qualora non censite nelle analisi CLE comunali.

In caso di assenza di ES3 nei Comuni del CT si dovranno considerare ES3 in CT limitrofi selezionando in base al minor percorso possibile, calcolato su viabilità di rango superiore (campo 8-12 Scheda AC di analisi CLE), tra CR del CT e ES3.

Gli ES3 (Vigili del Fuoco) saranno comunque scelti a partire dalla gerarchia e organizzazione territoriale così come disciplinata dal DPR n. 314/2002 n. e dal D.Lgs. n. 139/2006 e s.m.i., considerando quindi la Provincia di appartenenza (a meno di edifici più prossimi al CT considerato anche se dislocati in Province differenti), e verificando che gli ES3 ospitino funzioni e risorse operative per il soccorso, e scegliendo in ordine di priorità tra:

- direzioni (regionali o interregionali)
- comandi provinciali (presenti in ogni capoluogo di Provincia)
- distaccamenti territoriali (nei Comuni + estesi o + popolosi e nei Comuni + distanti dal capoluogo)
- nuclei speciali (per particolari attività operative) - verificando in ogni caso che si tratti di edifici contenenti reparti operativi

Nel caso di Comuni del CT a distanza maggiore di 45 minuti rispetto all'ES3 selezionato, si potrà valutare l'opportunità di assicurare una connessione anche ad altri ES3 esterni al CT a distanza minore.

**SCHEDA VERIFICA ES1 COMUNALE - EDIFICIO STRATEGICO COORDINAMENTO INTERVENTI COMUNALE**

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'edificio non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda ES campo 37 e campo 46).	Direttiva DPC n. 1099/2015, punto 2.1. Scheda semplificata rilievo sedi COC-sezioni B e C.
B Funzione	L'edificio è destinato a tale attività da apposito dispositivo comunale. L'edificio possiede una funzione corrispondente al più elevato livello di organizzazione dell'Amministrazione Pubblica del Comune. Sono da privilegiare sedi di livello superiore rispetto a sedi di livello inferiore e sedi tecniche a sedi amministrative.	
C Requisiti funzionali e dimensionali	Dimensioni minime: 300 mq (Scheda ES campo 23 e campo 18). Dotazioni minime di spazi e impianti: spazi e impianti per le funzioni di supporto attivabili in situazioni di emergenza (attestazione dell'amministrazione competente).	Direttiva DPC n. 1099/2015, sezione A-allegato A, sezione E. Scheda semplificata rilievo sedi COC.
D Condizioni d'uso e disponibilità	L'edificio possiede un uso ordinario attuale definito (non è in abbandono né in corso di trasformazione). L'edificio è di disponibilità immediata o permette il cambio d'uso immediato in fase di emergenza.	Direttiva DPC n. 1099/2015, sezione A-allegato A. Scheda semplificata rilievo sedi COC.
E Proprietà e vincoli	L'edificio è di proprietà pubblica. L'edificio è vincolato all'uso per almeno 10 anni.	

**SCHEDA VERIFICA AE\_AMM - AREA DI AMMASSAMENTO PER IL CONTESTO TERRITORIALE<sup>4</sup>**

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'area non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda AE campo 23 e campo 34).	Manuale CLE, sezione 2.3.2, requisiti descritti al campo 8.
B Funzione	Individuata come Area di Ammassamento o mista in Scheda AE analisi CLE campo 8.	
C Requisiti funzionali e dimensionali	Dimensioni: pari o superiori a 25000 mq. Accessibilità: <ul style="list-style-type: none"> <li>• migliori condizioni di accessibilità (percorso più breve/più rapido) rispetto alla viabilità primaria nazionale/regionale;</li> <li>• migliori condizioni di accessibilità per i Comuni del CT (minore distanza media) valutata sulla viabilità di livello superiore.</li> </ul> Pavimentazione e percorribilità: asfaltata o pavimentata in buone condizioni (scheda AE analisi CLE campo 16). Dotazioni di impianti/infrastrutture di servizio: acqua, elettricità, fognatura. Smaltimento reflui: presenti o nelle vicinanze e adeguati alla destinazione dell'area (scheda AE analisi CLE campi 17-19).	Direttiva DPC n. 1099/2015, punto 3.3; Manuale CLE, sezione 2.3.2, requisiti campo 8. Luoghi, in zone sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio, dove dovranno trovare sistemazione idonea i soccorritori e le risorse necessarie a garantire un razionale intervento nelle zone di emergenza. Tali aree dovranno essere facilmente raggiungibili attraverso percorsi sicuri, anche con mezzi di grandi dimensioni, e ubicate nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e con possibilità di smaltimento delle acque reflue.

Requisito	Verifiche	Note
D Condizioni d'uso e disponibilità	L'edificio possiede un uso ordinario attuale definito (non è in abbandono né in corso di trasformazione). L'edificio è di disponibilità immediata o permette il cambio d'uso immediato in fase di emergenza.	Uso esclusivo o promiscuo non interferente (non pregiudica la gestione dell'emergenza). Uso diverso ma adattabile o sospendibile.
E Proprietà e vincoli	L'edificio è di proprietà pubblica. L'edificio è vincolato all'uso per almeno 10 anni.	Compatibile con strumenti urbanistici vigenti.

4. In linea generale l'individuazione di una nuova AE\_amm in assenza di analisi CLE, comportando la necessità di identificazione condivisa a scala comunale e territoriale e di aggiornamenti/varianti della strumentazione urbanistica comunale, è da considerarsi eventualità residuale.

L'AE\_amm prescelta, selezionata dalle analisi delle CLE o di nuova individuazione, dovrà in ogni caso rispettare i requisiti indicati nelle "Caratteristiche generali" riportate nella Scheda AE di analisi della CLE: "Luoghi, in zone sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio, dove dovranno trovare sistemazione idonea i soccorritori e le risorse necessarie a garantire un razionale intervento nelle zone di emergenza. Tali aree dovranno essere facilmente raggiungibili attraverso percorsi sicuri, anche con mezzi di grandi dimensioni, e ubicate nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e con possibilità di smaltimento delle acque reflue". Devono inoltre essere rispettati i criteri della Direttiva DPC n. 1099/2015.

Nel caso di area (o aree) di emergenza a destinazione mista ricovero-ammassamento (selezionate dalle analisi CLE comunali o di nuova individuazione) si dovranno considerare luoghi con caratteristiche adeguate nel rispetto dei requisiti indicati per ciascuna delle due tipologie di Area.

Nel caso di assenza di aree con i requisiti minimi dovrà essere considerata l'Area di Ammassamento di un CT limitrofo a minore raggiungibilità dal CR.

## SCHEDA VERIFICA AE\_RIC - AREA DI RICOVERO PER IL CONTESTO TERRITORIALE<sup>5</sup>

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico	L'area non ricade in aree Instabili, in aree R3 e R4 PAI (Scheda AE campo 23 e campo 34).	Manuale CLE, sezione 2.3.2, requisiti descritti al campo 8.
B Funzione	Individuata come Area di Ricovero o mista in scheda AE analisi CLE campo 8.	
C Requisiti funzionali e dimensionali	<p>Accessibilità: in connessione diretta con percorsi urbani o territoriali principali.</p> <p>Localizzazione: v. Manuale CLE, sezione 2.3.2, requisiti descritti al campo 8, in ordine di priorità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AE_ric di dimensioni maggiori nel centro o nucleo abitato con maggior numero di residenti;</li> <li>• AE_ric di dimensioni maggiori nel capoluogo o in sua prossimità;</li> <li>• AE_ric di dimensioni maggiori a minore distanza media dai centri o nuclei abitati del Comune.</li> </ul> <p>Pavimentazione e percorribilità: asfaltata o pavimentata in buone condizioni (scheda AE campo 16).</p> <p>Dotazioni di impianti/infrastrutture di servizio: acqua, elettricità, fognatura.</p> <p>Smaltimento reflui: presenti o nelle vicinanze e adeguati alla destinazione dell'area (scheda AE analisi CLE campi 17-19).</p>	<p>Direttiva DPC n. 1099/2015, punto 3.3; Manuale CLE, sezione 2.3.2, requisiti descritti al campo 8. Luoghi, individuati in aree sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio e poste nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e fognarie, in cui vengono installati i primi insediamenti abitativi di emergenza per alloggiare la popolazione evacuata. Dovranno essere facilmente raggiungibili anche da mezzi di grandi dimensioni per consentirne l'allestimento e la gestione.</p> <p>Dimensioni: rettangolo inscritto max/min (da scheda AE analisi CLE campi 13-15).</p>

Requisito	Verifiche	Note
D Condizioni d'uso e disponibilità	L'area possiede un uso ordinario attuale definito (non in abbandono o trasformazione). Disponibilità: immediata o con tempi brevi di riconversione in emergenza.	Uso esclusivo o promiscuo non interferente (non pregiudica le attività di gestione dell'emergenza) o uso diverso adattabile e sospendibile.
E Proprietà e vincoli	L'area è di proprietà pubblica. L'area è vincolata/vincolabile all'uso per almeno 10 anni.	

5. In linea generale la individuazione di una nuova AE\_ric in assenza di analisi CLE, comportando la necessità di identificazione condivisa a scala comunale e territoriale e di aggiornamenti/varianti della strumentazione urbanistica comunale, è da considerarsi eventualità residuale. L'AE\_ric prescelta, selezionata o di nuova individuazione, dovrà in ogni caso rispettare i requisiti indicati nelle "Caratteristiche generali" riportate nella Scheda AE di analisi della CLE: "Luoghi, individuati in aree sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio e poste nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e fognarie, in cui vengono installati i primi insediamenti abitativi di emergenza per alloggiare la popolazione evacuata. Dovranno essere facilmente raggiungibili anche da mezzi di grandi dimensioni per consentirne l'allestimento e la gestione". Devono inoltre essere rispettati i criteri della Direttiva DPC n. 1099/2015. Nel caso di Area(o aree) di emergenza a destinazione mista ricovero-ammassamento (selezionate dalle analisi CLE comunali o di nuova individuazione) si dovranno considerare luoghi con caratteristiche adeguate nel rispetto dei requisiti indicati per ciascuna delle due tipologie di Area. In caso di inesistenza di AE\_ric nei Comuni, per individuare i nuovi elementi AE\_ric necessari si dovrà in via prioritaria verificare se esistono altre aree già definite come AE\_amm nel Comune utilizzabili anche come AE\_ric e se per queste possono essere verificati i criteri corrispondenti in termini funzionali e dimensionali, di condizioni d'uso, di proprietà e vincoli, oltre alla verifica preliminare delle condizioni di pericolosità e vulnerabilità; oppure introdurre AE\_ric di nuova individuazione (con i necessari aggiornamenti della pianificazione urbanistica e dell'emergenza). In aree a rischio vulcanico, dove previsto dalla pianificazione di emergenza e dai piani di evacuazione e/o per situazioni specifiche, sono da considerare anche le aree di attesa e le altre categorie di aree necessarie individuate dalla pianificazione di emergenza vigente. Può rendersi necessaria l'eventuale compilazione delle Schede di analisi degli aggregati strutturali e delle unità strutturali interferenti tramite le relative Schede CLE o eventuali metodi semplificati.

## SCHEDA VERIFICA AC\_ACC - INFRASTRUTTURE ACCESSIBILITÀ DEL CONTESTO TERRITORIALE

Requisito	Verifiche	Note
A Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico		
B Funzione	Le AC_acc del CT devono consentire: <ul style="list-style-type: none"> <li>il collegamento tra ES1 del CT e viabilità esterna (regionale-nazionale) in direzione del capoluogo provinciale/regionale;</li> <li>il collegamento tra AE_amm del CT e viabilità esterna (regionale-nazionale) in direzione del capoluogo provinciale/regionale.</li> </ul>	Il percorso prescelto deve corrispondere al percorso complessivo minimo valutato in termini di tempi di percorrenza su viabilità di livello superiore esistente (autostrade, extraurbane principali, extraurbane secondarie, urbane di scorrimento, urbane di quartiere, locali).
C Requisiti funzionali e dimensionali	Nel caso di diverse alternative possibili devono essere prescelte le AC_acc nelle condizioni migliori in termini di: <ul style="list-style-type: none"> <li>larghezza sezione stradale (campi 14-16 Scheda AC analisi CLE);</li> <li>lunghezza tratto stradale senza Aggregati e Unità Strutturali isolate interferenti (campo 17);</li> <li>pavimentazione e percorribilità (campo 18);</li> <li>ostacoli e discontinuità (campo 19);</li> <li>elementi critici (campi 22-25b);</li> <li>pendenza massima (campo 26);</li> <li>morfologia (campo 27);</li> <li>ubicazione (campi 28-29).</li> </ul>	
D Condizioni d'uso e disponibilità	Strada in uso (non in abbandono, né in corso di realizzazione/trasformazione).	



Requisito	Verifiche	Note
E Proprietà e vincoli	L'AC è di proprietà pubblica.	

### SCHEDA VERIFICA AC\_CONN - INFRASTRUTTURE CONNESSIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

Requisito	Verifiche	Note
Instabilità e rischio idrogeologico-idraulico da schede CLE		
A Funzione	<p>Le AC_conn del CT devono consentire i seguenti collegamenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• collegamento tra ES1 comunale e ES1 CT;</li> <li>• collegamento tra ES1 comunale e ES2 CT;</li> <li>• collegamento tra ES1 comunale e ES3 CT;</li> <li>• collegamento tra ES1 comunale e AE_amm;</li> <li>• collegamento tra ES1 comunale e AE_ric;</li> <li>• collegamento tra ES1 CT e ES2 CT;</li> <li>• collegamento tra ES1 CT e ES3 CT;</li> <li>• collegamento tra ES1 CT e AE_amm;</li> <li>• collegamento tra ES1 CT e AE_ric del CR;</li> <li>• collegamento tra ES2 CT e ES3;</li> <li>• collegamento tra ES2 CT e AE_amm;</li> <li>• collegamento tra ES3 CT e AE_amm;</li> <li>• collegamento tra AE_amm e AE_ric.</li> </ul>	Per ciascun collegamento il percorso prescelto deve corrispondere al percorso complessivo minimo su viabilità di livello superiore esistente (autostrade, extraurbane principali, extraurbane secondarie, urbane di scorrimento, urbane di quartiere, locali).
B Requisiti funzionali e dimensionali	<p>Nel caso di diverse alternative possibili, devono essere prescelte le AC_acc nelle condizioni migliori per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• larghezza sezione stradale (campi 14-16 Scheda AC);</li> <li>• lunghezza tratto stradale senza Aggregati e Unità strutturali isolate interferenti (campo 17);</li> <li>• pavimentazione e percorribilità (campo 18);</li> <li>• ostacoli e discontinuità (campo 19);</li> <li>• elementi critici (campi 22-25b);</li> <li>• pendenza massima (campo 26);</li> <li>• morfologia (campo 27).</li> </ul>	
C Condizioni d'uso e disponibilità	Strada in uso (non in abbandono né in corso di trasformazione).	
D Proprietà e vincoli	L'AC è di proprietà pubblica.	

## 2.2 - ELEMENTI NON STRUTTURALI DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA DEL CONTESTO TERRITORIALE

La prevenzione "operativa", finalizzata alla massimizzazione dell'efficacia degli interventi in emergenza, consiste nell'assicurare che il sistema di soccorso, inteso come un insieme di soggetti, risorse strategiche e procedure operative, operi con elevati profili di efficienza temporale e organizzativa.

Il D.Lgs. n. 1/2018 (Codice della Protezione Civile) all'art. 2 definisce come attività di protezione civile "quelle volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento". Definisce poi la prevenzione come "l'insieme delle attività di natura strutturale e non strutturale [...] dirette a evitare o a ridurre la possibilità che si verifichino danni conseguenti a eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione". Secondo il Decreto, la prevenzione non strutturale è descritta attraverso i seguenti elementi:

- a. l'allertamento attraverso conoscenze disponibili, monitoraggio e sorveglianza;
- b. la pianificazione di protezione civile;
- c. la formazione;
- d. l'applicazione e l'aggiornamento della normativa tecnica;
- e. la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile;
- f. l'informazione alla popolazione (scenari, comportamento, pianificazione di protezione civile);
- g. le esercitazioni;
- h. le attività svolte all'estero;
- i. le attività per raccordare pianificazione di protezione civile, pianificazione territoriale e procedure amministrative.

Lo strumento principale che regola l'operatività di tale sistema è il Piano di Protezione

Civile (PPC) comunale o intercomunale (Ioannilli, 2013).

Sulla base di tali definizioni sono stati sviluppati criteri, metodi e strumenti per analizzare un Piano di Protezione Civile (PPC) nelle sue componenti essenziali al fine della successiva valutazione.

L'ambito di applicazione dell'analisi è pertanto il PPC comunale, senza tuttavia escludere una possibile applicazione ad un livello intercomunale, intendendo per quest'ultimo quelle forme istituzionali di associazione intercomunali, come le Unioni di Comuni, che gestiscono in modo associato la funzione di protezione civile e che dispongono di un PPC intercomunale.

In analogia con l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) per quanto riguarda le modalità di rilevamento delle informazioni, ovvero utilizzando una "Scheda", attraverso l'analisi di tutti quegli elementi della pianificazione che non sono compresi nella CLE (quindi organizzativi e procedurali) è stata progettata una struttura logica di inquadramento con un percorso di elaborazione finalizzato al rilevamento delle informazioni organizzative e procedurali della pianificazione di protezione civile.

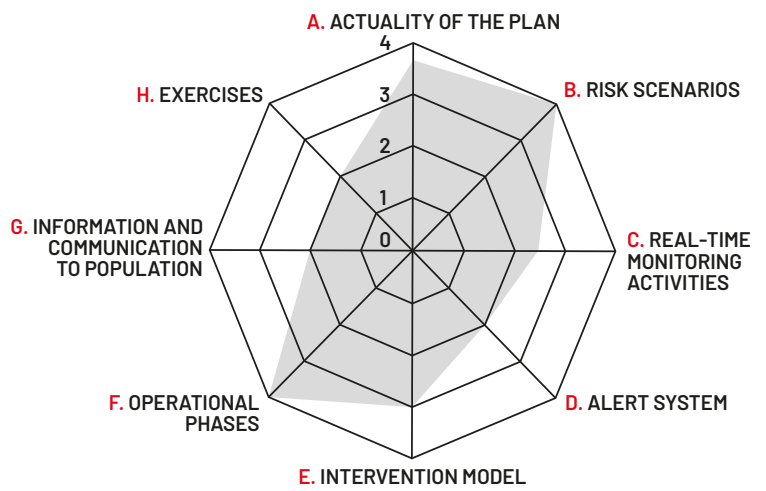
Lo strumento realizzato è una Scheda di rilevamento denominata "Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile", definita a partire dalla Scheda NS predisposta dal Gruppo di lavoro PON Sisma (Tomassoni et al., 2019), rivista e integrata in coordinamento con il Gruppo di lavoro PON Idro<sup>6</sup>, in conformità alla Direttiva PCM (Direttiva Piani) recante "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" e sulla base delle "Griglie per l'analisi dei Piani di Emergenza Comunali", predisposte in precedenza dal Gruppo di lavoro PON Idro.

### 2.2.1 - Quadro di riferimento

Per definire la struttura e l'organizzazione delle informazioni rilevanti per l'analisi e la successiva valutazione del PPC, sono state analizzate

6. Nell'ambito del PON governance 2014-2020 il Progetto riguardante la protezione civile è distinto in due moduli: uno riguardante il rischio sismico e vulcanico e l'altro il rischio idrogeologico.

Scala di valutazione	Valutazione
1 = Criterio non soddisfatto: non c'è evidenza degli elementi richiesti da mettere in atto o di iniziative in corso che cambierebbero la situazione.	1-1.9
2 = Criterio parzialmente soddisfatto: si osservano alcuni sforzi per il raggiungimento dell'obiettivo, anche se ancora inconsistenti. Ulteriori attività sono pianificate o saranno implementate per garantire la rispondenza al criterio.	2-2.9
3 = Criterio soddisfatto: c'è un'evidenza consistente che il criterio è stato raggiunto con successo.	3-3.9
4 = Criterio soddisfatto e che supera le aspettative: evidenza diretta e consistente che il criterio è stato soddisfatto. In più, c'è evidenza che metodi e contenuti vanno oltre le aspettative minime e assicurano un eccellente livello di qualità durante l'implementazione.	4



Component	Score
A. ACTUALITY OF THE PLAN	3.5 ✓
B. RISK SCENARIOS	4.0 ✓
C. REAL-TIME MONITORING ACTIVITIES	2.5 !
D. ALERT SYSTEM	2.0 !
E. INTERVENTION MODEL	3.0 ✓
F. OPERATIONAL PHASES	4.0 ✓
G. INFORMATION AND COMMUNICATION TO POPULATION	2.0 !
H. EXERCISES	2.0 !

> **Figura 2.2**  
Scala di valutazione per l'analisi dei Piani di Protezione Civile (PRONEWS, 2018).

le esperienze pregresse in tema di rilevamento delle informazioni dei piani nonché la struttura e l'organizzazione dei dati presenti nei piani come desumibili dai principali riferimenti normativi e di indirizzo presenti in Italia.

A tal fine sono stati identificati un progetto internazionale e i documenti normativi di seguito elencati:

- Progetto internazionale di analisi e valutazione della pianificazione di emergenza: "The Programme for Improving National Early Warning System and flood prevention" (PRO NEWS, 2018);
- Linee guida regionali in materia di pianificazione di emergenza comunale e intercomunale;
- Direttiva del Dipartimento della Protezione Civile recante "Indirizzi nazionali per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali", pubblicata in GU il 30 aprile 2021.

**"The Programme for Improving National Early Warning System and flood prevention" (PRO NEWS, 2018)**

Il Progetto "The Programme for Improving National Early Warning System and flood prevention" (PRO NEWS, 2018) è stato finanziato dall'Unione Europea e avviato da gennaio 2017 fino a novembre 2018 in Albania.

L'obiettivo generale del Progetto è stato quello di incrementare la capacità del sistema di gestione delle emergenze nel prevenire e

fronteggiare eventi catastrofici, concentrandosi su cinque aree di intervento:

- miglioramento del quadro giuridico e istituzionale in materia di allerta precoce, gestione delle inondazioni e protezione civile, rafforzando la capacità delle autorità nazionali e locali di sviluppare piani di emergenza della protezione civile utilizzando approcci partecipativi;
- supporto all'elaborazione di mappe di rischio alluvione secondo le disposizioni della Direttiva EU Floods, attraverso formazione e assistenza tecnica per la preparazione e l'uso di mappe dettagliate;
- miglioramento del sistema di allarme rapido alluvione e integrazione nel sistema europeo di sensibilizzazione alle inondazioni (EFAS), sviluppando un modello idrologico operativo per l'intero paese;
- promozione dello sviluppo di campagne di sensibilizzazione e adozione, tra la popolazione, di comportamenti corretti in caso di emergenza;
- assistenza alle istituzioni albanesi nell'accesso al Meccanismo di Protezione Civile dell'Unione Europea (EUCPM).

Nell'ambito del primo punto è stata adottata una metodologia per l'analisi e la valutazione dei Piani di emergenza, al fine di evidenziare le buone pratiche e le lacune presenti, per redigere nuove Linee guida a livello nazionali e per raggiungere una omogeneizzazione dei dati.

L'analisi proposta nel Progetto è articolata in diverse "componenti", alle quali viene assegna-

Componenti	N. items	Items	N. domande
Attualità del piano	2	Valutazione e procedure di aggiornamento Responsabilità	13
Scenari di rischio	2	Identificazione dei rischi Scenari di rischio	12
Attività di monitoraggio	1	Attività di monitoraggio	9
Sistemi di allerta	1	Sistema di allerta	1
Modelli di intervento	4	Organizzazione del COC Flussi di comunicazione Risorse Aree di Emergenza	17
Fasi operative	1	Fasi operative	5
Informazione e comunicazione alla popolazione	1	Informazione e comunicazione	4
Esercitazioni	1	Esercitazioni	3

**> Tabella 2.1**  
Componenti analizzate nel Piano di Protezione Civile (PRONEWS, 2018).

to un punteggio da 1 a 4 (score) secondo una scala di valutazione illustrata in Figura 2.2.

Nella Tabella 2.1 si elencano le componenti analizzate, per ciascuna di esse gli elementi (items) soggetti a valutazione e il numero di domande formulate.

Le Schede di analisi e valutazione della pianificazione di emergenza prodotte nel Progetto contengono diversi elementi riconducibili al contesto nazionale italiano, sia dal punto di vista della struttura logica, sia per la similarità delle condizioni di rischio e di approccio applicativo. Tali schede sono state pertanto esaminate e confrontate con le varie Linee guida regionali per i PPC comunali attualmente esistenti nel panorama nazionale.

### Linee guida regionali per i Piani di Protezione Civile comunali

Le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano (D.Lgs. n. 1/2018, art. 11, comma 1, lett. b) dettano gli indirizzi per la redazione dei PPC comunali e per la loro revisione e valutazione periodica, redigendo e approvando le relative Linee guida.

L'articolazione in diverse sezioni o parti del PPC è prevista in tutte le Linee guida analizzate; le sezioni comuni sono quattro:

- Inquadramento del territorio comunale.
- Valutazione dei rischi ed elaborazione degli Scenari.

- Organizzazione della struttura comunale di protezione civile.
- Modello di intervento e/o Procedure operative.

Le Regioni Emilia Romagna, Umbria, Lazio, Abruzzo e Provincia Autonoma di Trento, hanno inserito all'interno delle Linee guida una ulteriore sezione "Informazione e comunicazione alla popolazione", in accordo con l'art. 2 comma 4 del Codice della Protezione Civile, che pone tra le attività di prevenzione non strutturale di protezione civile anche la diffusione della conoscenza e della cultura di protezione civile, l'informazione alla popolazione sugli scenari di rischio e le relative norme di comportamento, la promozione e l'organizzazione di esercitazioni ed altre attività addestrative e formative.

### Direttiva recante "Indirizzi nazionali per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" (Direttiva Piani)

La Direttiva Nazionale "Indirizzi nazionali per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" (Direttiva Piani), ha lo scopo di garantire un quadro coordinato delle modalità di organizzazione e svolgimento delle attività di pianificazione di protezione civile e del relativo monitoraggio su tutto il territorio nazionale e l'integrazione tra i sistemi dei diversi territori (nel rispetto dell'autonomia organizzativa delle Regioni e delle Province Autonome).

Nell'ambito della pianificazione di protezione civile ai diversi livelli territoriali (regionale, provinciale/città metropolitana, di Ambito Territoriale e comunale), la Direttiva Piani definisce i principali contenuti attraverso una struttura di riferimento per la redazione del Piano, che comprende:

- l'introduzione, nella quale, oltre alla sintesi dei principali contenuti, deve essere riportata la data e il relativo provvedimento di approvazione e di aggiornamento;
- l'inquadramento del territorio ove vengono riportate le principali informazioni sugli elementi caratterizzanti l'assetto fisico del territorio, il regime meteo climatico, l'insediamento antropico e la dotazione infrastrutturale;
- l'individuazione dei rischi e la definizione dei relativi scenari, visti come il prodotto integrato di un'attività descrittiva, accompagnata da cartografia esplicativa, e un'attività valutativa relativamente agli effetti che possono essere determinati sull'uomo, sui beni, sugli insediamenti, sugli animali e sull'ambiente;
- il modello di intervento, contenente l'organizzazione della struttura di protezione civile, gli elementi strategici operativi della pianificazione di protezione civile e le procedure operative;
- l'informazione e la comunicazione alla popolazione, riguardanti i rischi presenti sul territorio, i comportamenti da seguire prima, durante e dopo un evento, i punti di informazione, le aree di attesa e i centri di assistenza, le modalità di allerta, di allarme e di allontanamento, le indicazioni sulla viabilità e i numeri utili.

Per l'applicazione del modello di intervento, la Direttiva individua una serie di elementi strategici operativi, che rappresentano gli aspetti organizzativi e le componenti fisiche necessarie:

- il sistema di allertamento;
- i centri operativi di coordinamento e le sale operative;

- le aree e le strutture di emergenza;
- le telecomunicazioni;
- l'accessibilità;
- il Presidio territoriale;
- il servizio sanitario e l'assistenza alle persone in condizioni di fragilità sociale, con disabilità e la tutela dei minori;
- le strutture operative;
- il volontariato;
- l'organizzazione del soccorso;
- la logistica;
- il funzionamento delle reti dei servizi essenziali;
- la tutela ambientale;
- il censimento dei danni;
- la Condizione Limite per l'Emergenza;
- la continuità amministrativa.

Ulteriori elementi riguardano le modalità di approvazione, monitoraggio, aggiornamento e valutazione dei Piani, nel rispetto dell'autonomia organizzativa delle Regioni e Province Autonome, alle quali spetta il compito di formulare specifiche linee di indirizzo. Per quanto riguarda il PPC comunale, la Direttiva prevede che sia approvato con deliberazione consiliare nella quale devono essere definite le modalità di aggiornamento costante, per i dati in rapida evoluzione, nonché di revisione periodica.

### **2.2.2 - Struttura della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile**

Sulla base del quadro di riferimento appena descritto, la "Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile" è stata strutturata considerando i seguenti criteri:

- rispetto del principio di complementarità con l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE);
- garanzia dell'analisi dei contenuti del Piano di Protezione Civile comunale o intercomunale nelle sue componenti essenziali, senza entrare nel merito delle attività che ne costituiscono il presupposto o la conseguenza;
- facilità di rilevamento in tempi brevi, eventualmente anche da parte di soggetti esterni all'amministrazione;

> **Figura 2.3**  
Struttura della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile.



- riproducibilità del metodo nei diversi contesti regionali;
- garanzia dell'oggettività delle misure, senza interpretazione e valutazione personale.

La struttura della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile utilizza le quattro sezioni comuni alle Linee guida regionali (Inquadramento del territorio comunale, Valutazione dei rischi ed elaborazione degli Scenari, Organizzazione della struttura comunale di protezione civile e Modello di intervento e/o Procedure operative), la sezione Informazione e comunicazione alla popolazione, introdotta dalle Regioni Emilia Romagna, Umbria, Lazio, Abruzzo e Provincia Autonoma di Trento, e tre sezioni di carattere generale indicanti rispettivamente:

- gli Identificativi, ossia l'individuazione del quadro amministrativo e degli enti competenti;
- le Forme Associate, cioè se il Comune oggetto di analisi costituisce con altri Comuni Unioni di Comuni o Comunità Montane;
- l'Approvazione e aggiornamento del Piano, per verificarne la data di redazione, approvazione e aggiornamento.

Tali sezioni sono state riorganizzate secondo la struttura di riferimento per la redazione del Piano definita dalla Direttiva Piani. Infine, prendendo spunto dalle Linee guida delle Regioni Abruzzo, Umbria e Calabria, è stata aggiunta un'ultima sezione riguardante le Schede tecniche e allegati ai Piani: documentazione tecnica e modulistica indispensabile per la fruizione del Piano stesso.

Affinché il quadro amministrativo sia coe-

rente a livello nazionale e i codici degli enti competenti univoci, le informazioni relative alla sezione 1-Riferimenti generali, riguardanti i caratteri generali e amministrativi del Comune, di cui il Piano è oggetto di analisi, sono estrapolate da dati ISTAT e del Ministero dell'Interno-Dipartimento per gli Affari Interni e Territoriali, mentre per la compilazione delle restanti sezioni i dati provengono esclusivamente dal Piano stesso.

La scheda è stata strutturata per essere utilizzata anche per un Piano di Protezione Civile intercomunale (ovvero per un Piano di Protezione Civile di una forma istituzionale di associazione tra Comuni, come le Unioni di Comuni).

La scheda è suddivisa in 7 sezioni (Figura 2.3) ed è uno strumento sintetico, modulare e omogeneo di misura degli elementi, applicabile ai PPC a scala nazionale.

La sezione 1 definisce il quadro territoriale amministrativo di base del Comune, individuando gli enti competenti. È suddivisa in due sottosezioni: una prima denominata "Identificativi" in cui vengono inseriti i dati di base e i riferimenti del territorio a cui il Piano si riferisce; una seconda, denominata "Forme associative", che verrà compilata estraendo dal Piano comunale le forme associative di cui il Comune fa parte e in particolare delle funzioni loro attribuite, per poter analizzare la risposta prevista nella gestione integrata di un'emergenza. Per la compilazione di questa sezione si utilizzano fonti esterne al piano (es. ISTAT) e da essa possono essere estrapolati i caratteri generali del Comune, le grandezze

principali, la rilevanza, la tipologia di Piano (comunale o di Ambito) e i rapporti dell'ente a scala extra-comunale.

La sezione 2 analizza l'aggiornamento e la frequenza di aggiornamento del Piano, in modo da poterne valutare l'attualità e la coerenza con il continuo mutamento dell'assetto del territorio. Le sezioni 3 e 4, hanno lo scopo di verificare la completezza e in parte la qualità dell'analisi territoriale sia per quanto riguarda i fattori di base, dati dalle caratteristiche del territorio, sia per quanto riguarda gli scenari previsti per le varie tipologie di rischio. Le informazioni ottenute permettono di valutare quali elementi sono stati considerati per la descrizione dell'inquadramento territoriale e per la valutazione del rischio e, grazie al confronto con altre fonti dati, forniscono una misura della esaustività del quadro degli scenari considerati, rispetto a quelli presenti realmente sul territorio.

Dalla sezione 5 si ottiene una possibile misura della risposta del sistema di protezione civile, in termini di organizzazione, modelli di intervento e risorse. È infatti suddivisa in due sottosezioni: una prima denominata "Organizzazione del Sistema di Protezione Civile", in cui vengono analizzate le informazioni relative alle funzioni di supporto e alle risorse a disposizione, umane, mezzi e materiali; la seconda sottosezione denominata "Procedure operative di intervento", esamina le modalità di intervento previste alla luce degli scenari descritti e degli stati di attivazione. Da queste si potranno estrarre sia elementi di tipo quantitativo (es.: numero materiali e mezzi, numero aree di emergenza, associazioni, ecc.), utili a comprendere se le risorse disponibili sono dimensionate adeguatamente alle esigenze del piano, sia elementi di verifica (es.: assegnazioni di funzioni e responsabilità) e coerenza tra le azioni proposte (Modelli di intervento) e gli scenari previsti nelle sezioni precedenti.

Le sezioni 6 e 7 esaminano gli aspetti legati all'uso del piano e alla sua divulgazione. La sezione 6 verifica se il piano prevede le ne-

cessarie attività di formazione del personale preposto alle attività di protezione civile e di informazione della popolazione e se prevede periodiche esercitazioni coerenti con gli scenari di rischio, e prevede le necessarie attività informative con una frequenza adeguata. Mentre la sezione 7 arricchisce le informazioni riguardanti la disponibilità e qualità degli elaborati e degli allegati presenti nel Piano. In analogia a softCLE (applicativo per l'inserimento delle schede relative all'analisi della CLE, <https://www.centromicrozonazione.sismica.it/it/download/category/25-standardcle-31>) è stato messo a punto anche un nuovo applicativo per facilitare l'inserimento dei dati<sup>7</sup>. La Scheda può essere comunque compilata anche in formato cartaceo, inserendo nei campi in cui è prevista la scelta tramite un menu a tendina, il numero corrispondente alla voce selezionata.

### **2.2.3 - Valutazione di affidabilità della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile**

Le componenti della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile sono il risultato di una attività di valutazione di affidabilità effettuata mediante alcuni criteri:

- facilità di rilevamento, eventualmente anche da parte di soggetti esterni all'amministrazione, in tempi brevi;
- garanzia dell'applicabilità nei diversi contesti regionali;
- garanzia dell'oggettività delle misurazioni, minimizzando errori di interpretazione e di valutazione individuali;
- miglioramento delle istruzioni di compilazione.

La valutazione di affidabilità è stata effettuata per ciascun item/elemento e per l'intero protocollo, attraverso il confronto dei dati ottenuti da più compilatori: due compilatori hanno analizzato attraverso la Scheda uno stesso Piano e si sono impegnati in un processo di riconciliazione e di identificazione delle differenze nei

7. [piani.govrisv.cnr.it](http://piani.govrisv.cnr.it).

Regione	Comune	Abitanti	Classe demografica		Variabilità territoriale		Altitudine media (m s.l.m.)	Forma associativa	MS	CLE
			< 50.000	> 50.000	Costiero	Entro terra				
Basilicata	Lauria	12.919	x			x	430	x	MS1	-
Calabria	Cariati	8.355	x		x		50		MS1	x
	Lamezia Terme	70.714		x	x		216		MS1	-
	Reggio Calabria	178.769		x	x		31		-	-
Campania	Monte di Procida	12.886	x		x		63		-	-
	Avellino	54.561		x		x	348		-	-
Puglia	Laterza	15.083	x			x	362		MS1	x
	Taranto	202.016		x	x		15		-	-
Sicilia	Catania	310.904		x	x		7		MS1	-
	Tremestieri Etneo	20.589	x			x	53		-	-

### > Tabella 2.2

Caratteristiche dei dieci Comuni a cui si riferiscono i Piani di Protezione Civile analizzati per la valutazione di affidabilità.

loro punteggi (Krippendorff, 2013).

Il primo passo ha riguardato la scelta del campione: si è deciso di avviare una doppia compilazione della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile da parte di due soggetti indipendenti, analizzando dieci PPC riguardanti dieci Comuni appartenenti alle cinque Regioni partecipanti al Programma (Tabella 2.2).

La scelta dei Comuni ha tenuto conto:

- della disponibilità online del Piano di Protezione Civile;
- della dimensione demografica;
- della variabilità territoriale;
- della presenza di forma di associazionismo;
- della presenza di studi MS/Analisi CLE.

La doppia compilazione della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile è stata effettuata per i dieci Piani di Protezione Civile scelti, e per ciascuno caso è stata calcolata la percentuale di accordo, definita come la percentuale di campi con identiche risposte sul totale dei campi. Per ciascun Piano è riportata nella Tabella 2.3 la percentuale di accordo complessiva.

La media di tale percentuale si assesta sull'82% in linea con gli studi riportati in letteratura.

La percentuale di accordo ottenuta per cia-

scuna sezione di cui è composta la Scheda è mostrata in Tabella 2.4: le sezioni 5.b (Modello di intervento-Procedure operative di intervento) e 6 (Formazione e informazione) mostrano una evidente percentuale di accordo più bassa rispetto alle altre.

Il processo di revisione della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile ha consentito di effettuare modifiche proprio in quelle sezioni in cui la percentuale di accordo è stata più bassa.

Per poter compiere delle correzioni efficaci sulle definizioni dei campi e sulle relative istruzioni di compilazione, è stato inoltre valutato il numero delle divergenze riscontrate, nella doppia compilazione, per ciascun campo.

La Tabella 2.5 riporta una sintesi di alcune delle modifiche effettuate.



Regione	Comuni	Percentuale di accordo complessiva
Basilicata	Lauria	79 %
Calabria	Cariati	82 %
	Lamezia Terme	84 %
	Reggio Calabria	78 %
Campania	Avellino	80 %
	Monte di Procida	81 %
Puglia	Laterza	81 %
	Taranto	83 %
Sicilia	Catania	85 %
	Tremestieri Etneo	88 %

> **Tabella 2.3**

Percentuale di accordo nella doppia compilazione per ciascun Piano di Protezione Civile comunale.

**PERCENTUALE DI ACCORDO PER SEZIONI**

Comuni	Sez. 1.b	Sez. 2	Sez. 3	Sez. 4	Sez. 5.a	Sez. 5.b	Sez. 6	Sez. 7
Lauria	92%	100%	87%	83%	84%	52%	70%	57%
Cariati	100%	50%	87%	81%	84%	61%	100%	100%
Lamezia Terme	92%	0%	75%	87%	92%	70%	60%	100%
Reggio Calabria	100%	100%	81%	83%	65%	65%	60%	100%
Avellino	75%	0%	81%	88%	62%	69%	90%	100%
Monte di Procida	100%	100%	100%	83%	70%	65%	70%	100%
Laterza	100%	100%	94%	82%	84%	61%	50%	86%
Taranto	92%	50%	100%	79%	84%	78%	100%	86%
Catania	92%	100%	62%	91%	81%	95%	50%	71%
Tremestieri Etneo	83%	100%	100%	92%	84%	74%	80%	100%

> **Tabella 2.4**

Percentuale di accordo per ciascuna sezione, nella doppia compilazione per ciascun Piano di Protezione Civile comunale.

Sezione	Campo	N. divergenze (su 10 Piani)	Attività di revisione		
			Eliminazione del campo	Correzione del campo	Correzione delle istruzioni
Sez. 2	2.2 data del Piano	4		x	x
Sez. 4	4.2 studi pericolosità	7		x	x
	4.9 studi vulnerabilità	4		x	x
Sez. 5.a	5.25 volontariato	5		x	x
Sez. 5.b	5.38 procedure/rischi	7			x
	n. procedure (eliminato)	9	x		
	5.45 attuatori	7			x
	5.46 risorse	6			x
	5.49 comunicazioni con Provincia	8			x
	5.50 comunicazioni con Regione	8			x
Sez. 6	6.1 referente form. e inform.	7		x	x
	6.3 esercitazioni	4		x	x

**> Tabella 2.5**

Numero divergenze e attività di revisione per singola sezione della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile.

Dopo aver definito quali sono gli oggetti (edifici, aree e connessioni) del Sistema strutturale di Gestione dell’Emergenza (SGE) del Contesto Territoriale (CT), occorre valutare la pericolosità sismica e vulcanica.

I § 3.1, 3.2 e 3.3 descrivono le analisi della pericolosità sismica che faranno integralmente parte del calcolo dell’operatività del SGE.

Il § 3.4 è dedicato alla valutazione della pericolosità vulcanica. Nel capitolo si descrive un prototipo per le stime probabilistiche di lungo termine (50-500 anni), focalizzato sulla valutazione dell’accumulo al suolo dei depositi piroclastici da caduta. Essendo, alla chiusura del progetto, ancora un prototipo metodologico, anche se di notevole qualità e novità, i prodotti di questo nuovo approccio non sono stati inseriti nella valutazione del SGE dei CT interessati.

In termini operativi, la pericolosità sismica è calcolata in due fasi. La prima fase prevede il calcolo dello scuotimento sismico su un ipotetico substrato rigido, tenendo conto della magnitudo e della distanza dall’epicen-

tro del sito in studio per tutti gli eventi possibili nell’area (pericolosità di base), la seconda fase invece prevede il calcolo dell’amplificazione dello scuotimento sismico in superficie tenendo conto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geofisiche del territorio e valutando eventuali effetti cosismici quali frane e liquefazioni dinamiche (pericolosità locale).

Per le valutazioni di un sistema a rete, costituito da oggetti spazialmente distribuiti su un territorio più o meno vasto, è opportuno utilizzare una pericolosità stocastica in cui gli scenari sismici siano ottenuti utilizzando delle relazioni di attenuazione dello scuotimento (Ground Motion Prediction Equation, GMPE) che contemplino modelli di correlazione spaziale (vedi quadro di approfondimento su Modello stocastico e autocorrelazione spaziale). Il risultato, in termini di danno, si ottiene dalla valutazione complessiva di tutti gli scenari possibili di pericolosità, per tutti gli oggetti facenti parte del sistema a rete considerato. Per il calcolo della pericolosità sismica di



## MODELLO STOCASTICO E AUTOCORRELAZIONE SPAZIALE

Nel testo si fa riferimento a temi che possono rivelarsi ostici per i “non addetti ai lavori” su argomenti di pericolosità e rischio: **modello stocastico e autocorrelazione spaziale**. Si riportano due brevi definizioni per facilitare la comprensione.

Gli strumenti, le teorie e i modelli **stocastici** sono adatti a descrivere e studiare situazioni che variano in base a leggi probabilistiche (e non deterministiche), come per esempio tutti i fenomeni naturali, in quanto in essi è presente, sia per la loro stessa natura, sia per gli errori di osservazione, una componente casuale o accidentale. Tale componente casuale fa sì che a ogni istante  $t$  il risultato dell’osservazione sul fenomeno sia un numero aleatorio (o variabile casuale  $X_t$ ): in questo senso non è possibile prevedere con certezza quale sarà esattamente il risultato dell’osservazione; esso assumerà uno tra più valori possibili, ciascuno dei quali ha una determinata probabilità. Lo studio delle singole variabili casuali  $X_t$  fa parte, più in generale, del calcolo delle probabilità; la teoria dei modelli stocastici riguarda invece le proprietà globali dell’insieme  $X_t$  delle variabili casuali considerate.

Gli eventi spaziali non sono indipendenti, ma mostrano una dipendenza spaziale, nota come **autocorrelazione spaziale**, che costituisce la base dell’analisi geospaziale: “Tutto è in relazione

con tutto il resto, ma le cose vicine sono più legate delle cose lontane” (Tobler, 1970). Una variabile che presenti autocorrelazione spaziale avrà valori sempre meno simili all’aumentare della separazione tra la coppia di valori confrontata. Quindi l’autocorrelazione spaziale è la correlazione di una variabile con sé stessa attraverso lo spazio. Se esiste un modello sistematico nella distribuzione spaziale di una variabile, si dice che la variabile è spazialmente autocorrelata.

Se le aree vicine (o i valori di una variabile distribuita nello spazio) sono più simili, questa è un’autocorrelazione spaziale positiva. L’autocorrelazione negativa descrive invece schemi in cui le aree vicine sono diverse. I modelli casuali non mostrano autocorrelazione spaziale. Nel caso dell’analisi del SGE, una variabile distribuita nello spazio è, per esempio, il valore dello scuotimento.

Si avrà quindi autocorrelazione spaziale positiva se:

- valori alti dello scuotimento sono circondati da valori alti;
- valori intermedi sono circondati da valori intermedi;
- valori bassi sono circondati da valori bassi.

Si avrà autocorrelazione spaziale negativa se:

- valori alti dello scuotimento sono circondati da valori bassi;
- valori intermedi sono circondati da valori intermedi;
- valori bassi sono circondati da valori alti.

Calcolando la differenza dei valori della variabile in funzione della separazione spaziale tra le due osservazioni si può quantificare la correlazione spaziale.

base del SGE (sistema a rete con oggetti spazialmente distribuiti) si è condotta un’analisi del tipo Event-Based Probabilistic Seismic Hazard Analysis. In termini operativi si è utilizzato il software OpenQuake (Silva et al., 2014) e per dettagli sul codice si rimanda al § 3.1. Per le valutazioni della pericolosità locale e, in particolare, delle amplificazioni locali dello scuotimento sismico dal substrato rigido alla superficie si è invece sviluppata una metodologia originale che prevede il calcolo di:

- valori della  $V_{s30}$  a scala nazionale (Mori et al., 2020) nella GMPE di Bindi et al. (2011) (§ 3.2);
- valori dei Fattori di Amplificazione (Falcone et al., 2021) a scala nazionale calcolati con un software originale, realizzato nell’ambito del progetto (NC92soil; § 3.2);
- correlazione spaziale dei residui della GMPE secondo il modello di Jayaram e Baker (2009);
- cross-correlazione tra le misure di intensità nel sito secondo il modello presente in Silva e Horspool (2019).

Le misure di intensità sono calcolate direttamente nei nodi vulnerabili del grafo del SGE e sono:

- *Peak Ground Acceleration* (PGA) calcolata per tutti i nodi vulnerabili del grafo; è utilizzata nelle curve di fragilità degli edifici residenziali interferenti per valutare la probabilità di crollo e quindi le interferenze con le Aree di Emergenza e con le Infrastrutture di Connessione (§ 4);
- *Peak Ground Velocity* (PGV) calcolata per tutti i nodi vulnerabili del grafo; è utilizzata per la definizione del Grafo Ottimale (§ 1.1) e per la valutazione delle frane e liquefazione cosismiche e quindi le interferenze con le Aree di Emergenza e con le Infrastrutture di Connessione (§ 4);
- *Acceleration Spectrum Intensity* (ASI, Von Thun et al., 1988), per i nodi corrispondenti agli Edifici Strategici per i quali sono state eseguite misure di vibrazione e sono stati identificati i parametri modal sperimentali; il parametro è utilizzato nelle curve di fragilità degli Edifici Strategici sui quali è stata applicata la metodologia SMAV (Spina et al., 2019; 2021) per valutarne la probabilità di Operatività strutturale (§ 4).

Infine, sulla base dell’intensità sismica calcolata in superficie (PGA e PGV) sono valutati gli effetti

## PERICOLOSITÀ DI BASE: SCUOTIMENTO AL SUBSTRATO RIGIDO

Prodotti	Intensità sismica (PGA, PGV, ASI, spettri di risposta al substrato rigido)
Software	OpenQuake (Silva et al., 2014) <a href="https://www.globalquakemodel.org/openquake">https://www.globalquakemodel.org/openquake</a>
Siti internet e/o Database disponibili	<a href="https://github.com/gem/oq-engine">https://github.com/gem/oq-engine</a>
Applicazione diretta nell'operatività	

## PERICOLOSITÀ LOCALE: SCUOTIMENTO IN SUPERFICIE

Prodotti	Intensità sismica amplificata (PGA, PGV, ASI, spettri risposta in superficie)
Software	Software originale NC92soil <a href="https://govrisv.cnr.it/prodotti/">https://govrisv.cnr.it/prodotti/</a>
Siti Internet e/o Database disponibili	$V_{s30}$ , mappe raster di $V_{s30}$ doi: 10.17632/8458tgzc73.1 Fattori di amplificazione dello scuotimento <a href="https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106170">https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106170</a>
Applicazione diretta nell'operatività	In <i>IOCT</i> : PGA in curve di fragilità per edifici residenziali, spettri di risposta e ASI in analisi SMAV per Edifici Strategici, PGA per calcolo impedenza liquefazione dinamica, PGV per calcolo impedenza frane, probabilità di crollo di edifici su Aree di Emergenza

## PERICOLOSITÀ LOCALE: EFFETTI COSISMICI

Prodotti	Probabilità di accadimento, Areal coverage
Software	Software originale GOCT <a href="https://govrisv.cnr.it/prodotti/">https://govrisv.cnr.it/prodotti/</a>
Siti Internet e/o Database disponibili	Nowicki et al. (2018), Zhu et al. (2017)
Applicazione diretta nell'operatività	Impedenza di frane e liquefazioni sui percorsi del SGE nella valutazione del Grafo Ottimale

> **Tabella 3.1**  
Risultati e strumenti utilizzati per l'analisi di pericolosità sismica.

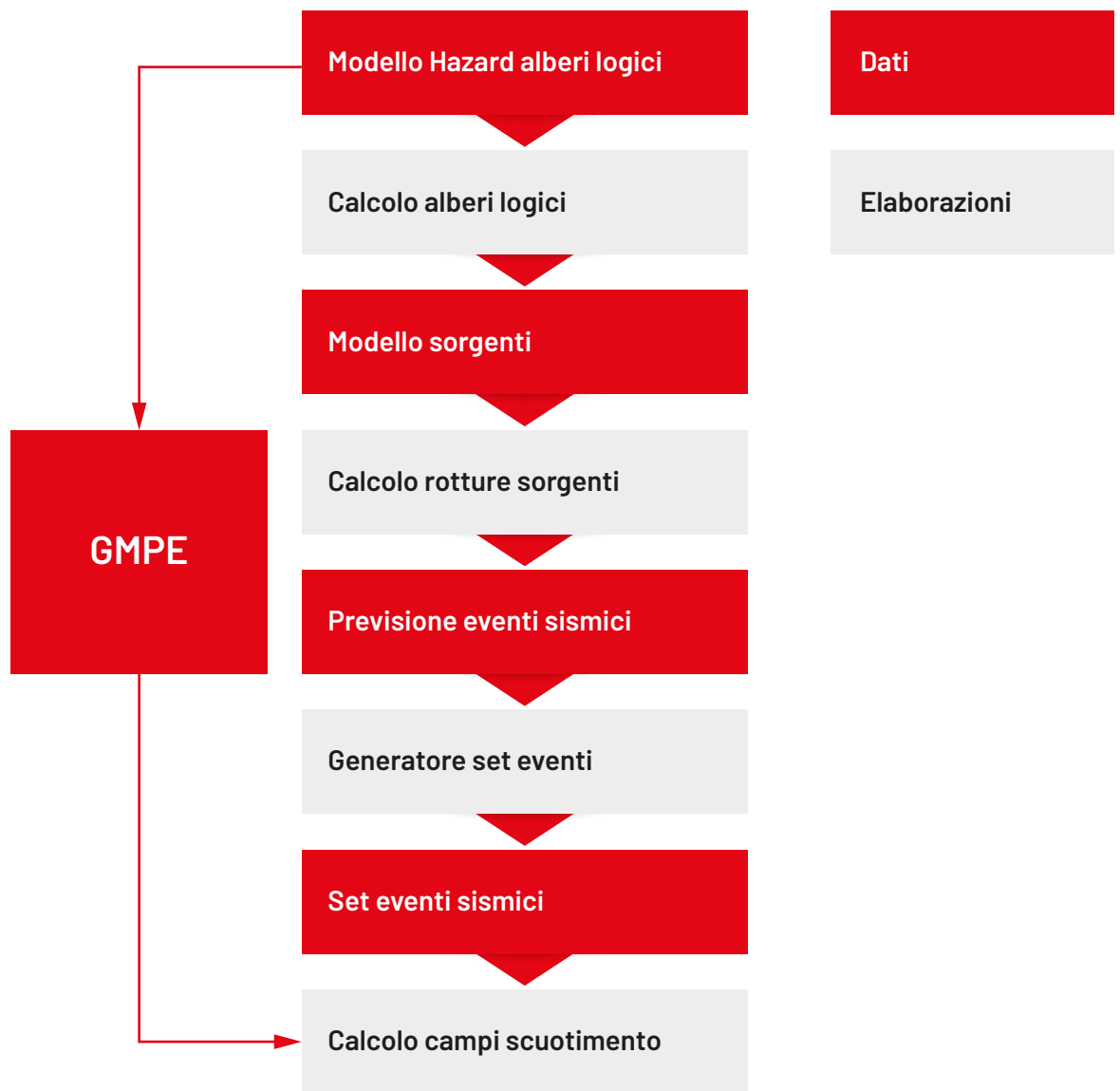
cosismici secondo le seguenti metodologie:

- calcolo della probabilità di frana e dell'areal coverage (ovvero la percentuale di frana che copre un'area la cui grandezza è stata definita in precedenza) con la metodologia di Nowicki et al. (2018), descritta nel § 3.2;
- calcolo della probabilità di liquefazione e dell'areal coverage con la metodologia di Zhu et al. (2017), descritta nel § 3.2.

Nella Tabella 3.1 sono riassunti i risultati e gli strumenti utilizzati per l'analisi di pericolosità sismica che saranno descritti nel seguito.

### 3.1 - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE: IL SOFTWARE OPENQUAKE

OpenQuake è il software di calcolo della pericolosità e del rischio sismico sviluppato



**> Figura 3.1**

Diagramma di flusso del calcolo della pericolosità di base con il software OpenQuake (da Silva et al., 2014; modificato).

dal *Global Earthquake Model* (<https://www.globalquakemodel.org/gem>).

Si può accedere e scaricare il codice mediante il link: <https://github.com/gem/oq-engine>. Per agevolare un'eventuale riproducibilità della metodologia e dei risultati, si descrive sinteticamente la metodologia implementata nel software.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla pagina dedicata (<https://www.globalquakemodel.org/openquake>).

L'analisi della pericolosità di base sul territorio italiano è implementata da OpenQuake secondo i seguenti modelli (Figura 3.1):

- modello delle sorgenti sismogenetiche in accordo con la pericolosità sismica italiana in vigore al 2021 (<http://esse1.mi.ingv.it/>): zonazione ZS9, tassi osservati (*Activity Rates*) da catalogo CPTI04 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>), meccanismi di rottura e profondità medie;
- modello di albero logico che prevede *Activity Rates* per il 60% della completezza storica, *Activity Rates* per il 40% della completezza statistica;

- modello di relazione di attenuazione di Bindi et al. (2011).

Le principali caratteristiche del codice OpenQuake e le scelte operate per questo specifico studio sono:

**Sorgenti sismogenetiche**

OpenQuake contiene un elenco di sorgenti appartenenti a un insieme finito di possibili tipologie. Ogni tipo di sorgente è definito da un insieme di parametri che vengono utilizzati per specificare la geometria della sorgente e le occorrenze sismica. Nelle analisi condotte si è scelto di lavorare con le aree sismogenetiche.

**Distribuzione Magnitudo-frequenze**

Le distribuzioni Magnitudo-frequenze sono le seguenti:

- Una distribuzione ampiezza-frequenza incrementale discreta. È la distribuzione più

semplice supportata. È definita dal valore minimo di Magnitudo e dalla larghezza dell'intervallo di magnitudo considerato. La distribuzione stessa è semplicemente una sequenza di cifre che descrivono il numero annuale di eventi per diversi intervalli di magnitudo.

- Una distribuzione di Gutenberg-Richter doppiamente troncata. Questa distribuzione è descritta mediante un minimo  $\minMag$  e un massimo di magnitudo  $\maxMag$  e dai valori  $a$  e  $b$  della relazione di Gutenberg-Richter.
- Modello di terremoto caratteristico ibrido (Youngs e Coppersmith, 1985). Il modello distribuisce il momento sismico proporzionalmente tra un modello caratteristico (per magnitudo maggiori) e un modello esponenziale. La frequenza degli eventi dipende dalla magnitudo del terremoto caratteristico, dal valore  $b$  e dal momento totale del sistema.

Nelle analisi condotte si utilizza la distribuzione di Gutenberg-Richter doppiamente troncata.

### Modalità di calcolo

Sono supportate tre tipi di analisi:

- *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA), che consente il calcolo delle curve di pericolosità e delle mappe di pericolosità seguendo la procedura di integrazione classica (McGuire, 2004).
- *Scenario Based Seismic Hazard Analysis* (SSHA), che consente il calcolo dei campi di scuotimento del suolo da un singolo scenario di rottura sismica, tenendo conto della variabilità aleatoria dello scuotimento.
- *Event-Based Probabilistic Seismic Hazard Analysis*, che consente il calcolo dei campi di scuotimento da insiemi di eventi sismici stocastici. Risultati tradizionali – come le curve di pericolosità – possono essere ottenuti post-elaborando l'insieme dei campi di scuotimento calcolati. Questa modalità di calcolo è quella adottata nelle analisi di questo progetto.

### Sorgenti di incertezza

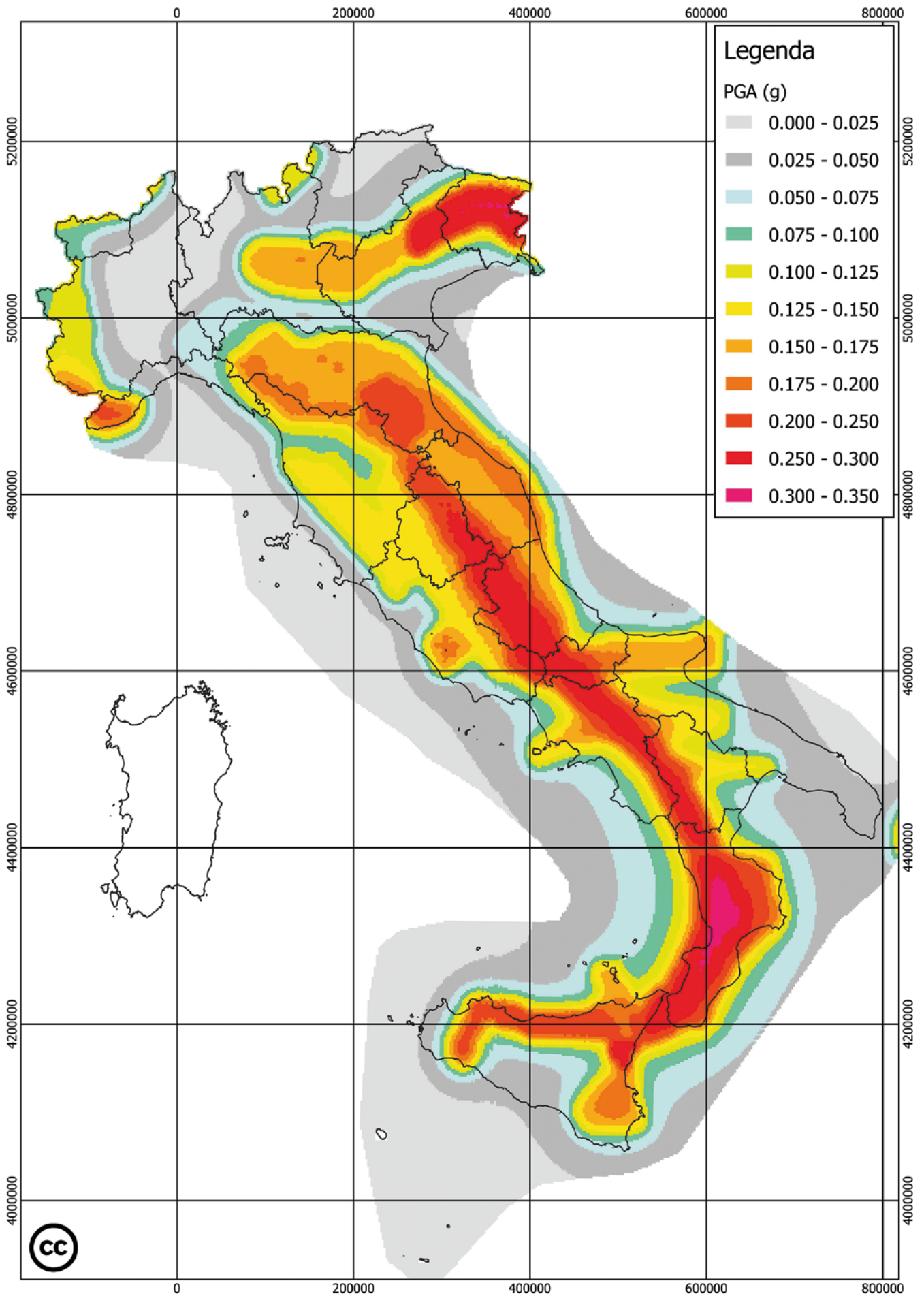
Si ritiene opportuno, per un'eventuale riproducibilità dei calcoli, elencare le principali sorgenti di incertezze del metodo:

- `gmpeModel`: indica le incertezze epistemiche nelle GMPE;
- `sourceModel`: indica le incertezze epistemiche nell'individuazione delle sorgenti;
- `maxMagGRRelative`: indica le incertezze epistemiche relative (cioè gli incrementi) da aggiungere (o sottrarre, a seconda del segno dell'incremento) al valore di Magnitudo massima della Gutenberg-Richter;
- `bGRRelative`: indica le incertezze epistemiche relative sul  $b$  value della Gutenberg-Richter;
- `abGRAbsolute`: indica le incertezze epistemiche assolute (cioè i valori usati per sostituire i valori originali) sui valori di  $a$  e  $b$  della Gutenberg-Richter;
- `maxMagGRAbsolute`: indica incertezze epistemiche (assolute) sulla Magnitudo massima della Gutenberg-Richter;
- `simpleFaultGeometryAbsolute`: indica le rappresentazioni alternative della geometria di faglia;
- `simpleFaultDipRelative`: indica un aumento o diminuzione relativo del dip della faglia.

### Impostazioni del software per questo progetto

Per questo studio il software è stato impostato secondo le seguenti modalità:

- `calculation mode`: scenario
- `rupture_model_file` = earthquake\_rupture\_model.xml, esempio:
  - `<magnitude>6.5</magnitude>`
  - `<rake>-89</rake>`
  - `<hypocenter lat="42.8322" lon="13.1107" depth="9.2"/>`
  - `<planarSurface strike="151" dip="47">`
- `intensity_measure_types` = PGA, PGV, SA(0.3), SA(1.0), SA(3.0)
- `truncation_level` = 3.0
- `maximum_distance` = 600
- `gsim` = Bindi et al. (2011)

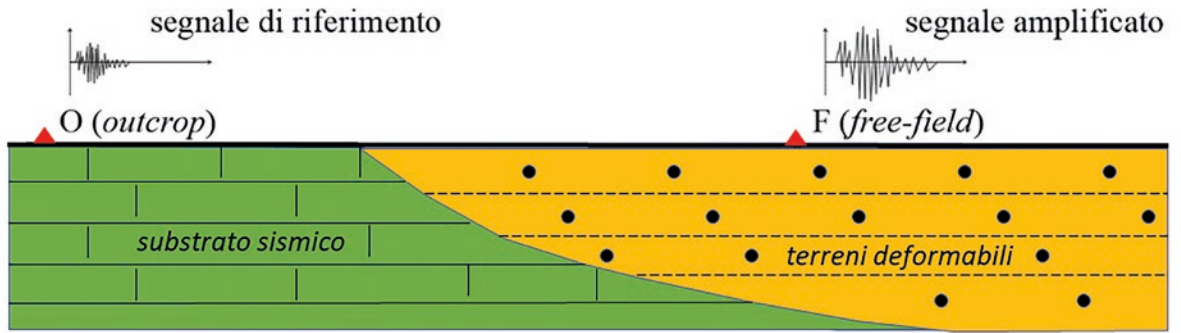


> **Figura 3.2**

Esempio di mappa di pericolosità di base calcolata con OpenQuake in modalità *Event-Based Probabilistic Seismic Hazard Analysis*. La misura di intensità è la PGA (g) per un periodo di ritorno di 475 anni.



> **Figura 3.3**  
 Schema di calcolo dello scuotimento sismico in superficie).



Nella Figura 3.2 si riporta un esempio di mappa di pericolosità di base calcolata con il software OpenQuake in modalità *Event-Based Probabilistic Seismic Hazard Analysis*.

### 3.2 - PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE: AMPLIFICAZIONI DELLO SCUOTIMENTO SISMICO ED EFFETTI COSISMICI

Dopo aver calcolato la pericolosità sismica di base, che può essere interpretata in termini numerici come un evento al bedrock sismico (segnale di riferimento), per ottenere lo scuotimento in superficie (segnale amplificato) è necessario trasferire l'energia sismica attraverso i terreni di copertura (terreno deformabile) (Figura 3.3). Gli effetti di questo trasferimento dell'energia in superficie sono di due tipi:

- amplificazione dello scuotimento sismico (effetto transiente);
- attivazione di fenomeni cosismici quali frane e liquefazioni dinamiche (effetto permanente).

I valori dello scuotimento in superficie (in termini sia di accelerazione sia di velocità) permetteranno, conoscendo la vulnerabilità degli elementi del SGE e la vulnerabilità

dell'ambiente fisico, di valutare il danno per gli edifici, per le aree di emergenza e per le infrastrutture di connessione.

Di seguito è riportata una schematica descrizione delle metodologie e dei risultati per il calcolo della pericolosità locale.

#### 3.2.1 - Amplificazione dello scuotimento sismico in superficie

L'amplificazione dello scuotimento in superficie è quantificata dal Fattore di Amplificazione (FA in eq. 3.1), rapporto, in termini di spettri elastici di risposta (vedi quadro di approfondimento Spettro elastico di risposta), tra il segnale amplificato in *free-field* ( $Sa_o$ ) e il segnale di riferimento ( $Sa_i$ ) (Figura 3.3), calcolato su diversi intervalli di periodo ( $T_1$ - $T_2$ ).

$$FA_{T_1-T_2} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} Sa_o dT}{\int_{T_1}^{T_2} Sa_i dT} \quad (3.1)$$

Il FA è calcolato con un codice numerico nel quale, oltre al segnale sismico al bedrock, è



## SPETTRO ELASTICO DI RISPOSTA

Lo spettro elastico di risposta, per esempio in termini di accelerazione, è un grafico che riporta, in funzione del periodo naturale di vibrazione di una costruzione, ipotizzata a comportamento indefinitamente elastico, l'accelerazione massima che subirà quando sarà investita da un evento sismico con una data probabilità di accadimento o un dato periodo di ritorno (solitamente 475 anni).

La forma dello spettro di risposta e i valori delle accelerazioni sismiche dipendono dai seguenti parametri:

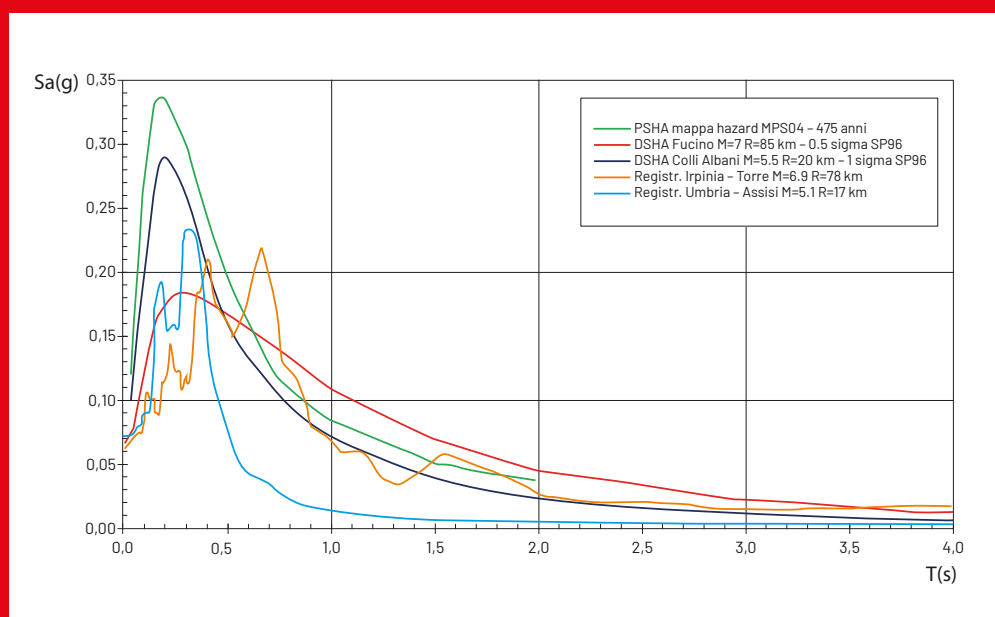
- la pericolosità sismica di base del sito, calcolata in funzione delle sue coordinate geografiche (latitudine e longitudine), ovvero, in termini numerici, il segnale di riferimento congruo con la pericolosità sismica di base del sito;

- i valori di alcuni parametri geologici e geofisici del sito, il più importante dei quali è la velocità delle onde  $S$  ( $V_{s30}$ );
- le condizioni topografiche (superficie pianeggiante o presenza di rilievi);
- la probabilità di accadimento dell'evento sismico in funzione del periodo di ritorno dell'evento.

Lo spettro di risposta è uno strumento molto potente anche per definire lo scuotimento in superficie. Conoscendo solo il periodo di vibrazione e la massa dei terreni, permette di valutare l'azione sismica massima che il terreno dovrà sopportare.

In figura sono riportati vari spettri di risposta in accelerazione (si possono calcolare anche in termini di velocità e spostamento). Alcuni sono calcolati con i valori pericolosità probabilistica (PSHA) e deterministica (DSHA), altri invece da registrazioni reali in siti colpiti da eventi sismici (Registr.)

Lo spettro di risposta permette anche di calcolare il FA così come definito nel testo.



Fonte: Report interno del Dipartimento della Protezione Civile, 2005.

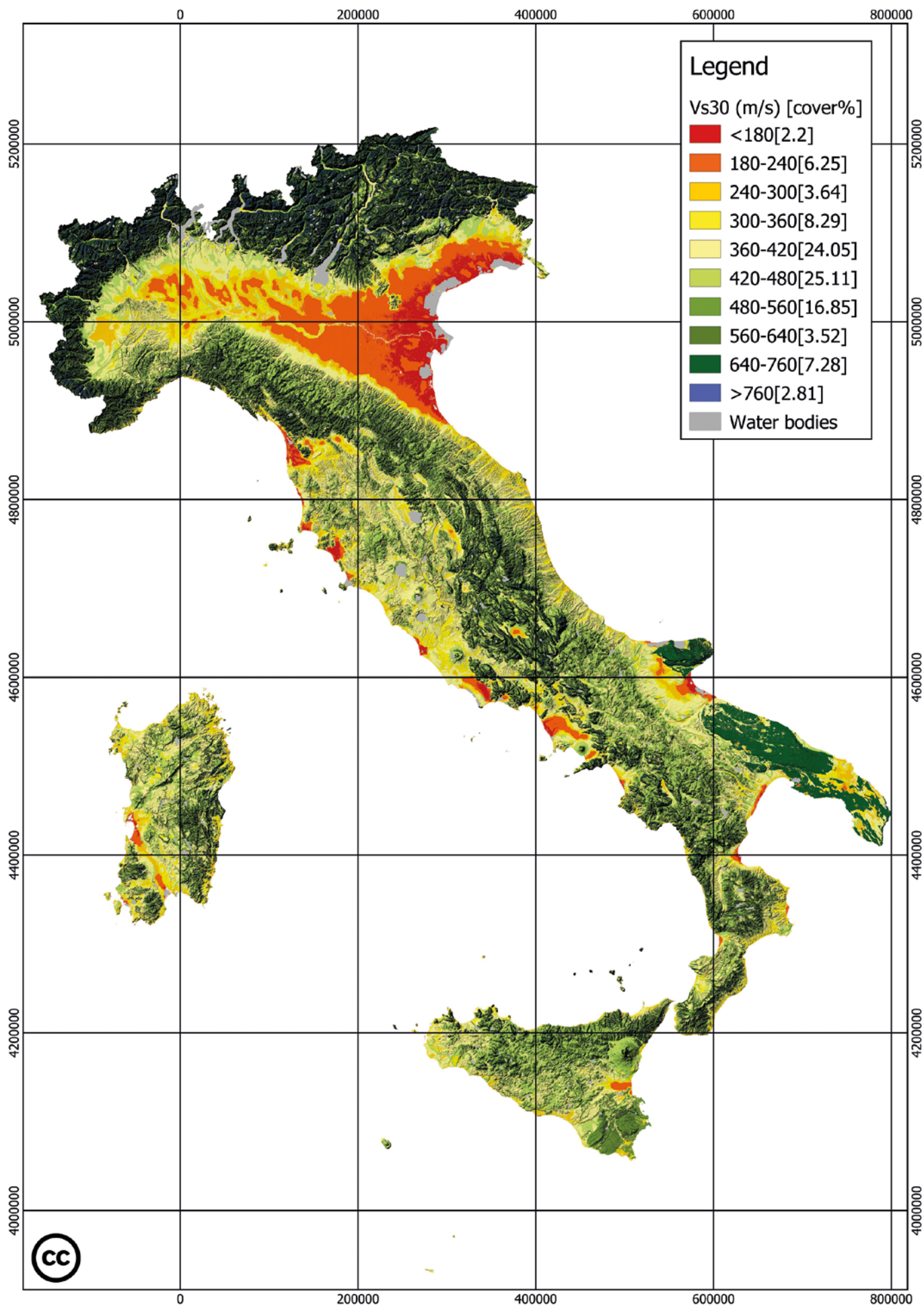
riportato un modello che rappresenta la traduzione matematica delle condizioni geologiche, geotecniche e geofisiche del sottosuolo del sito. In particolare, le condizioni del sito in studio devono essere definite dal piano campagna sino al bedrock sismico (Figura 3.3) ed è indispensabile il valore della velocità delle onde  $S$  ( $V_{s30}$ ), il parametro geofisico più rappresentativo per il calcolo dello scuotimento. Ovviamente i valori di  $V_{s30}$  non sono disponibili per tutto il territorio nazionale (sono presenti solo nei punti nei quali sono state esperite indagini geofisiche) e per questo motivo è stata definita una metodologia originale che, partendo dai dati disponibili, permetta di realizzare una mappa che copra tutto il territorio.

### 3.2.2 - Mappa del $V_{s30}$ per il territorio nazionale<sup>8</sup>

La mappa del  $V_{s30}$  per il territorio nazionale è stata costruita a partire dalle classi geologiche e geomorfologiche di Iwahashi et al. (2018), integrando una grande quantità di dati geologici, geotecnici e geofisici estratti dal database nazionale della Microzonazione Sismica (Figura 3.4). I dati estratti da database consistono in circa 11.300 profili di Vs da indagini geofisiche di tipo MASW e Down-Hole e circa 35.000 litostratigrafie da sondaggio meccanico.

Le circa 11.300 misure di  $V_{s30}$  sono state spazializzate nelle 40 classi geomorfologiche di Iwahashi et al. (2018), fatta eccezione per le

8. Maggiori dettagli in Mori et al., 2020.



> **Figura 3.4**  
 Mappa della  $V_{s,30}$  media (Mori et al., 2020).

aree della Puglia salentina e della Sicilia iblea, dove la metodologia geomorfologica non risulta essere rappresentativa, per tale motivo limitatamente a queste due aree si sono utilizzati poligoni rappresentanti la litologia di superficie (Amanti et al., 2008).

Al fine di prevedere il valore di  $V_{s30}$  anche in aree in cui non vi sono indagini, è stato sviluppato un modello di regressione multilineare che ha come risultato la seguente equazione (eq. 3.2):

$$\ln(V_{s30}) = c_0 + c_1 \ln(s) + c_2 \ln(e) + rmse \quad (3.2)$$

Con:

$s$  = pendenza topografica espressa (radianti);

$e$  = quota sul livello del mare (metri);

$rmse$  = errore quadratico medio;

$c_0$ ,  $c_1$  e  $c_2$  = coefficienti della regressione.

I coefficienti della regressione sono stati calcolati per ogni classe geomorfologica o litologica.

Per ciascuna delle suddette classi è stata valutata la robustezza statistica in base alla quale si è scelto di calcolare il parametro  $V_{s30}$ , utilizzando in maniera completa, parziale o non utilizzando affatto la dipendenza dai proxy di pendenza e quota.

A partire dai poligoni delle classi geomorfologiche (Iwahashi et al., 2018) e delle classi litologiche (Amanti et al., 2008) e dai valori estratti da un DEM (ALOS World 3D - 30m - AW3D30 - Versione 2.2), sono state calcolate rispettivamente la mappa raster delle classi di spazializzazione e la mappa raster di pendenza. L'equazione (3.2) è stata quindi implementata in uno script al fine di produrre il raster di  $V_{s30}$  media e quelli di  $V_{s30} \pm rmse$  con una risoluzione spaziale di 50 m.

Nella Figura 3.4 è mostrata la mappa raster di  $V_{s30}$  media.

Nella mappa sono rappresentate 10 classi di velocità la cui copertura areale varia dal 2-3%

( $V_{s30} < 180$  m/s e  $V_{s30} > 760$  m/s) fino a circa il 25% ( $V_{s30} = 360-420$  m/s e  $V_{s30} = 420-480$  m/s) del territorio italiano complessivo.

La classe  $V_{s30} > 760$  m/s merita particolare attenzione in quanto dovrebbe rappresentare sostanzialmente il bedrock sismico, questa classe copre solo il 2,8% dell'area totale ed è presente soprattutto nelle aree a bassa sismicità (Alpi).

### 3.2.3 - Mappa dei Fattori di Amplificazione litostratigrafici per il territorio nazionale

Partendo dai valori di scuotimento della pericolosità di base, i valori dei FA consentono di stimare il valore dello scuotimento alle fondazioni degli oggetti fondamentali del SGE del CT e quindi, in definitiva, la valutazione di IOCT (§ 5.2).

Il flusso di lavoro per la determinazione dei FA litostratigrafici, con i modelli di sottosuolo ricostruiti dalle analisi del database della Microzonazione Sismica ([www.webms.it](http://www.webms.it)) e simulazioni numeriche della risposta sismica locale 1D, è mostrato in Figura 3.5.

Nel quadro di approfondimento "Flusso di lavoro per la quantificazione dei FA" è riportata una descrizione dettagliata dei singoli passi del flusso di lavoro.

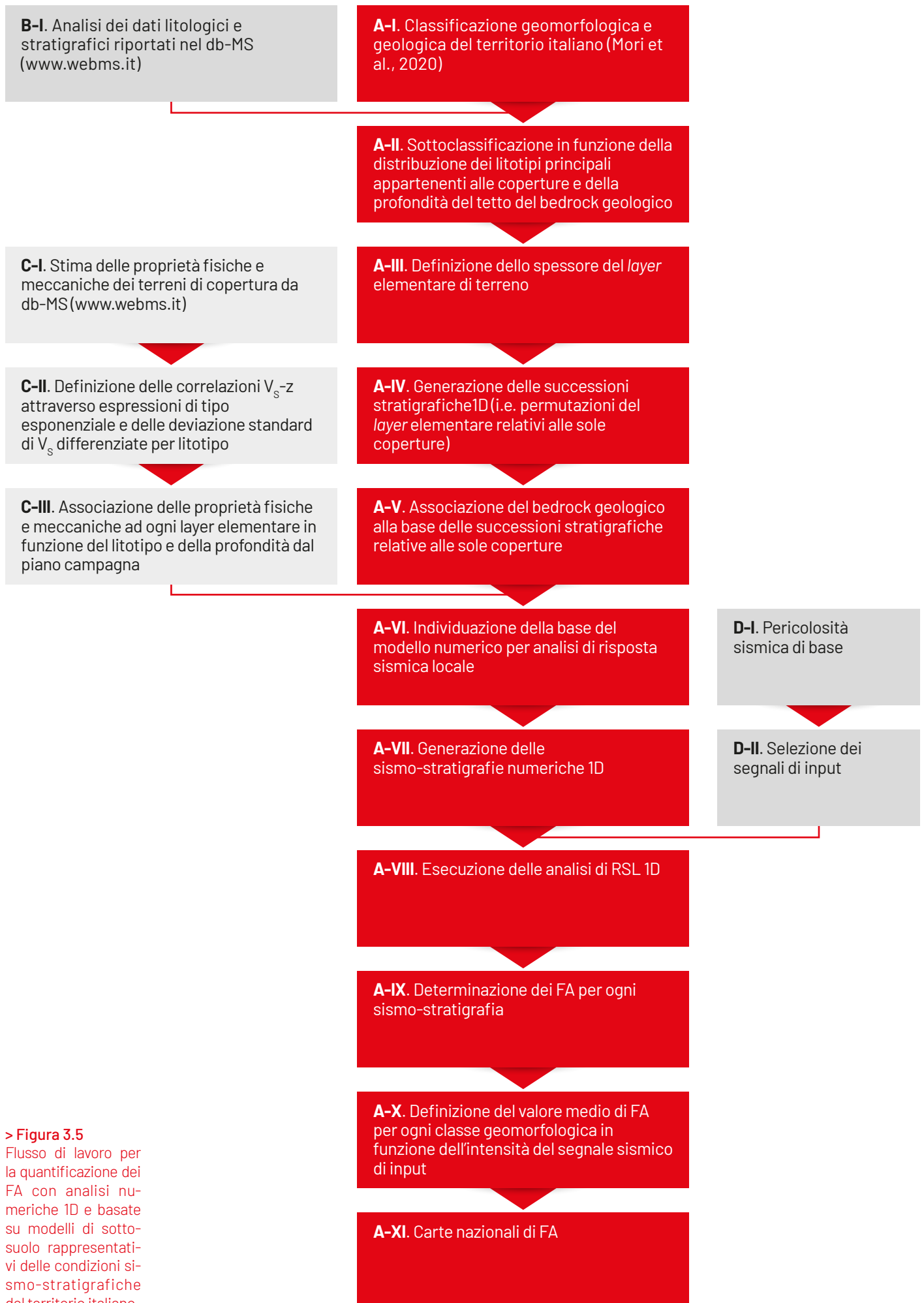
Nella Figura 3.6 è rappresentata una mappa dei Fattori di Amplificazione (50° percentile) del territorio italiano realizzata secondo il flusso di lavoro della Figura 3.5.

### 3.2.4 - Metodologia e risultati della valutazione di fenomeni cosismici permanenti

Lo scuotimento in superficie, sia in termini di accelerazione (PGA) che in termini di velocità (PGV), è l'input sismico per valutazioni sull'eventuale attivazione di effetti cosismici, in particolare frane e liquefazioni.

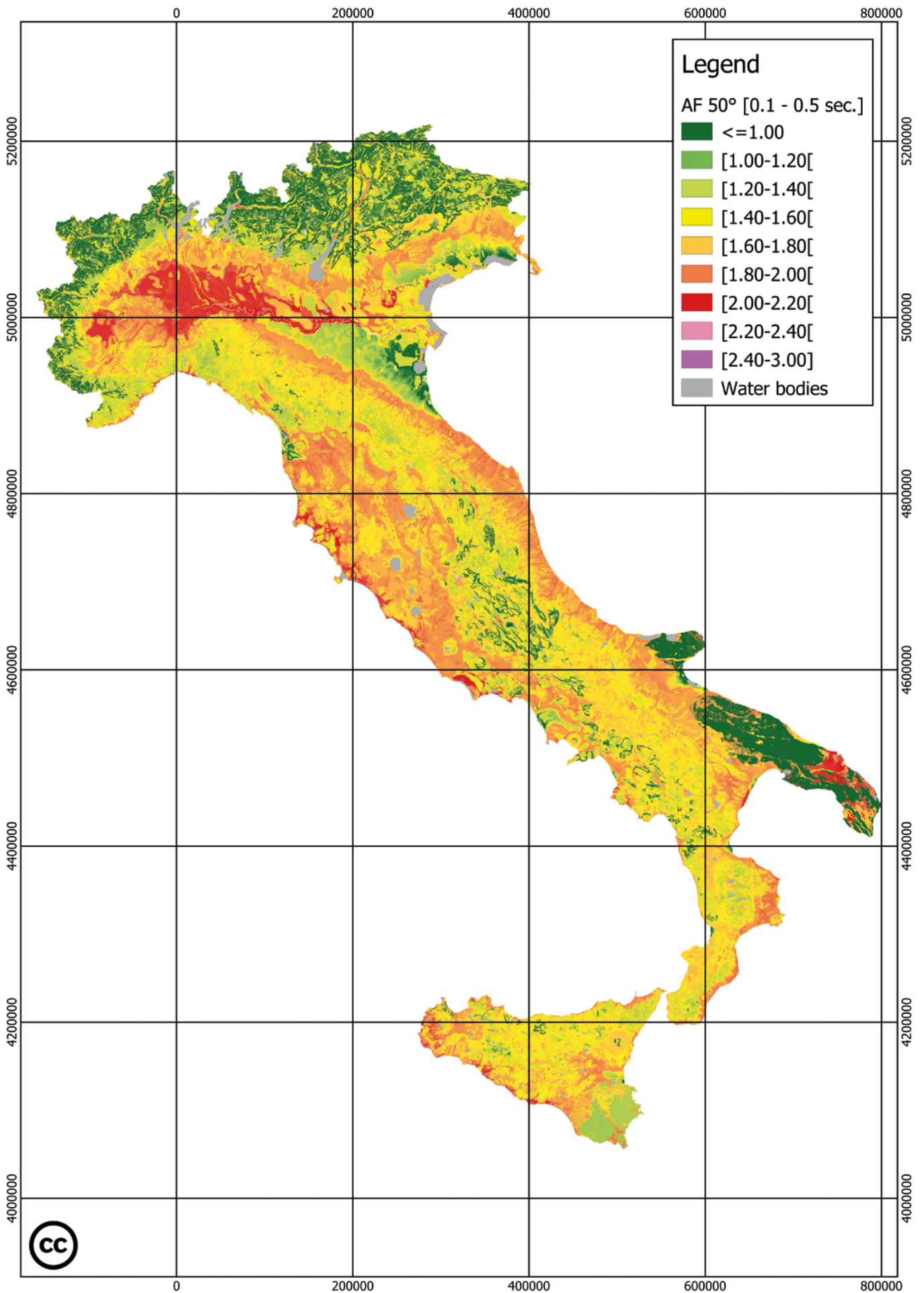
#### Frane sismoindotte

Le frane sismoindotte rappresentano un elevato fattore di rischio nelle zone sismicamente



**> Figura 3.5**

Flusso di lavoro per la quantificazione dei FA con analisi numeriche 1D e basate su modelli di sottosuolo rappresentativi delle condizioni sismo-stratigrafiche del territorio italiano.



> **Figura 3.6**  
 Mappa dei Fattori di Amplificazione (50° percentile).

attive, infatti, sono spesso associate a perdite di vite umane, e rappresentano una delle maggiori cause di danni infrastrutturali. Il loro impatto è notevole anche in termini di raggiungibilità delle località abitate in caso di evento sismico e, quindi, della risposta di un SGE.

La possibilità di stimare l'entità del complesso dei movimenti franosi che possono innescarsi a seguito di un evento sismico, pertanto, può assumere notevole interesse sia nella fase di programmazione e allocazione delle risorse, sia per la gestione dell'emergenza.

Uno dei modelli più recenti disponibili in letteratura e applicabile su ampia scala territoriale è quello di Nowicki et al., sviluppato nel 2014 e migliorato nel 2018. Questo metodo, di tipo statistico, è stato sviluppato a partire da un ampio database di frane mediante l'utilizzo di un modello di regressione logistica.

Lo scopo è quello di stimare la probabilità di frana in un determinato sito, a partire da un valore di un parametro di scuotimento sismico (PGV) e da dati di suscettibilità che descrivono le condizioni geologiche e geotecniche del sito.



## L'ANALISI DI REGRESSIONE E LA REGRESSIONE LOGISTICA

L'analisi della regressione è una tecnica statistica utilizzata per analizzare una serie di dati che sono divisi in variabile dipendente e una o più variabili indipendenti. Per esempio, nel nostro studio, i dati che riguardano il livello di scuotimento in superficie è una possibile variabile dipendente, quelli che si riferiscono agli eventi sismici (per esempio la magnitudo) o alle caratteristiche del territorio (per esempio la litologia) sono le variabili indipendenti. Lo scopo dell'analisi statistica è stimare un'eventuale relazione esistente tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti, attraverso una equazione (esempio eq. 3.3). La variabile dipendente ( $y$ ) nell'equazione di regressione è una funzione delle variabili indipendenti ( $x$ ) (in questo caso una sola variabile indipendente, ma potrebbero essere più di una) più un termine d'errore ( $\varepsilon$ ). Quest'ultimo è una variabile casuale e rappresenta una variazione non controllabile nella variabile dipendente. I parametri ( $b_0$  e  $b_1$ ) sono stimati in modo da descrivere al meglio i dati. Il metodo più comunemente utilizzato per ottenere le migliori stime è il metodo dei "minimi quadrati", ma sono utilizzati anche altri metodi.

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3.3)$$

Il modello di regressione logistica, noto anche come modello logistico o logit, è un modello di regressione utilizzato quando la variabile dipendente ( $y$ ) è di tipo dicotomico (sì/no). L'obiettivo del modello è di stabilire la probabilità con cui un'osservazione ( $x$ ) può generare uno o l'altro valore della variabile dipendente.

La regressione logistica viene impiegata per modellare la probabilità di frana  $P(x)$  (eq. 3.4), questo approccio può essere efficacemente utilizzato per relazionare un insieme di variabili indipendenti ad una variabile dipendente binaria (in questo caso frana sì/no)

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-t}} \quad (3.4)$$

In cui

$$t = k_0 + k_1 \cdot \ln(PGV) + k_2 \cdot \text{slop} e + k_3 \cdot \text{lithology} + k_4 \cdot \text{landcover} + k_5 \cdot \text{CTI} + k_6 \cdot \ln(PGV) \cdot \text{slope}$$

e i valori  $k$  sono i coefficienti stimati tramite la regressione.

Si noti che nella formula una delle variabili è la PGV che è uno dei prodotti dello studio descritto nel capitolo precedente, calcolata fissando un tempo di ritorno  $T_R = 475$  anni a partire dal dataset raster di  $V_{s30}$  nazionale (Mori et al. 2020) mediante il software OpenQuake. Il modello, capace di previsioni su scala di area vasta, è stato migliorato nel corso del tempo tramite l'espansione del dataset di input; una delle condizioni fondamentali per ottenere un buon modello empirico è, infatti, quella di allenarlo tramite dati di qualità che rappresentino il più fedelmente possibile la variabilità delle condizioni nelle quali il modello dovrà operare.

Il modello è stato applicato a tutto il territorio italiano e il risultato del calcolo è un dataset raster con 50 m di risoluzione.

La procedura di Nowicki et al. (2018) prevede, in sintesi, i seguenti passi:

### 1. Creazione del dataset e individuazione delle proxy del modello predittivo

I fattori che controllano il fenomeno delle frane sismoindotte sono riportati in numerosi

studi empirici e riguardano, in via generale: litologia, pendenza topografica, intensità dell'input sismico, amplificazione topografica, sistema di fratturazione dei terreni, condizioni idrogeologiche e distribuzione delle frane preesistenti.

### 2. Campionamento

I dati dei fenomeni osservati durante gli eventi sismici sono di due tipi poligonali e puntuali. Al fine di massimizzare il numero di dati per allenare il modello è stato sviluppato un metodo per allineare i due diversi dataset.

Occorre precisare che il modello non introduce differenze per il meccanismo di frana che si manifesta, trattando egualmente fenomeni di scivolamento in terra e crolli in roccia.

### 3. Valutazione e validazione del modello predittivo

Le predizioni dei 133 possibili modelli, derivanti dalle possibili combinazioni tra le variabili, sono state valutate dal punto di vista statistico con le seguenti misure:

- *AIC-Akaike Information Criteria*;
- Area sottostante la ROC (*Receiver Operating Curve*);
- Funzione di verosimiglianza, *Log likelihood*.

Queste misure indicano la capacità del metodo di riprodurre i dati sperimentali e possono essere usate per un confronto tra i vari modelli con tutte le possibili combinazioni di variabili.

### 4. Conversione della probabilità in percentuale di area in frana (*areal coverage*)

Al fine di calibrare i risultati del modello con le osservazioni sperimentali relative alle aree di validazione (situazioni mappate in termini di area e nelle quali il rapporto tra condizioni stabili e instabili non è necessariamente pari ad 1:1) è stata sviluppata un'equazione correttiva che trasforma la probabilità  $P$  di frana sismoindotta (priva di significato fisico in





## METODI PER MISURARE LA ROBUSTEZZA DI MODELLI STATISTICI

In statistica, il termine robusto o robustezza si riferisce alla forza di un modello statistico, test e procedure, in base alle condizioni specifiche dell'analisi statistica. Se queste condizioni sono soddisfatte, i modelli possono essere verificati per essere veri attraverso l'uso di dimostrazioni matematiche. Tra i numerosi metodi, in questo studio sono stati utilizzati:

### **Il metodo AIC (Akaike Information Criterion)**

Fornisce una misura della qualità della stima di un modello statistico tenendo conto sia della bontà di adattamento del modello ai dati rilevati che della complessità del modello. È basato sul concetto di entropia come misura di informazione; tramite questa misura valuta la quantità di informazione persa, quando un dato modello è usato per descrivere la realtà. Si preferiscono i modelli con l'AIC più basso.

### **Le curve ROC (Receiver Operating Characteristic)**

Sono degli schemi grafici (diagrammi cartesiani) per un classificatore binario, esattamente come quello dello studio della presenza o meno del fenomeno cosismico. Sull'asse delle ordinate (y) del grafico si rappresenta la True Positive Rate (TPR, frazione di veri positivi) che definisce la sensibilità del test, sull'asse delle ascisse (x) si rappresenta la False Positive Rate (FPR, frazione di falsi positivi) che definisce la specificità del test. Per chiarezza, la bassa sensibilità indicherà molti falsi negativi, l'alta specificità indicherà pochi falsi positivi.

Per determinare se un sito rischia di essere soggetto a frana in caso di evento sismico si utilizza un test che quantifica per esempio i livelli di scuotimento. Viene scelto un valore di cut-off (valore soglia) dello scuotimento che permetta di discriminare nel modo più accurato possibile i siti a rischio e quelli non a rischio. Ad esempio, se si volesse individuare quali siti sono a rischio si potrebbe scegliere un cut-off per lo scuotimento di 0.25 g (valore sopra il quale il sito è a rischio di frana). È piuttosto intuitivo che, incrementando il valore di cut-off, il numero di falsi negativi aumenta, mentre diminuisce il numero di falsi positivi. Di conseguenza si ha un test altamente specifico, ma poco sensibile. Viceversa, abbassando il cut-off, il numero di falsi positivi aumenta, mentre diminuisce il numero di falsi negativi, dunque, si ha un test altamente sensibile ma poco specifico. In generale, è da preferire un test sensibile quando la mancata individuazione di zona a rischio ha conseguenze pericolose sulla popolazione. La curva ROC è uno strumento molto utile per riassumere in un unico grafico le performance di un test diagnostico al variare del valore di cut-off.

Per rappresentare la curva ROC di un test si procede nel seguente modo:

- sull'asse delle ordinate (asse y) si riportano i valori di sensibilità del test; sull'asse delle ascisse (asse x) si riportano i valori di specificità del test;
- per ogni cut-off si ha un certo valore per la sensibilità e un certo valore per la specificità;
- si riporta sul grafico il corrispondente punto;
- unendo i vari punti si ottiene una curva con andamento "a scaletta", la curva ROC.

### **Il metodo della funzione di verosimiglianza (Log likelihood)**

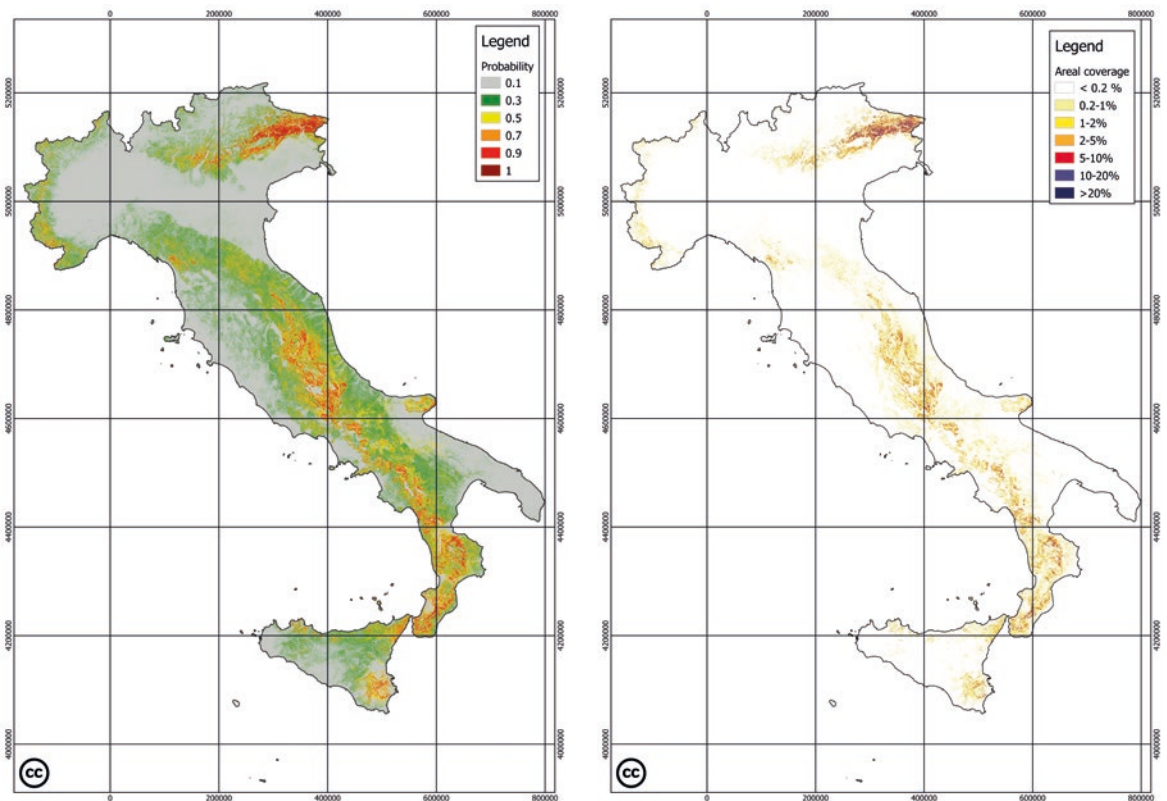
Una distribuzione di probabilità che dipende da un parametro può essere considerata in due modi differenti:

- come una funzione del risultato, dato un valore fissato del parametro;
- come una funzione del parametro, dato un risultato fissato. In tal caso la funzione è chiamata "funzione di verosimiglianza" del parametro, e indica quanto verosimilmente il valore del parametro è corretto rispetto al risultato osservato.

Nel nostro caso il risultato fissato è "sì" (presenza di frana in caso di evento sismico) o "no" (assenza di frana), si determina quindi la funzione che definisce la distribuzione di probabilità e si quantifica quanto è robusto il valore del parametro scelto.

> **Figura 3.7**

Mappe delle probabilità di frana sismoindotta (sx) e mappa delle probabilità di percentuale di area in frana sismoindotta, areal coverage (dx).



quanto dipendente dalle modalità di sviluppo del modello) in termini di porzione di ciascuna cella che è attesa avere un comportamento franoso (areal coverage  $L_p$ , eq. 3.5):

$$L_p(P) = \exp[a + bP + cP^2 + dP^3] \quad (3.5)$$

In Figura 3.7 sono rappresentati i risultati relativi alle elaborazioni sulle frane sismoindotte in termini di probabilità e di areal coverage.

### 3.2.5 - Liquefazione dinamica

Il fenomeno della liquefazione dinamica in conseguenza ad un sisma può indurre danni strutturali ed infrastrutturali significativi a causa dei cedimenti verticali e degli spostamenti laterali permanenti indotti nel suolo. La produzione di mappe di probabilità di liquefazione a scala territoriale, pertanto, rappresenta un importante strumento di programmazione e di allocazione di risorse. La maggior parte dei metodi per mappare il rischio di liquefazione sono basati su carte geologiche dettagliate e su dati geotecnici. In un sistema territorialmente esteso risulta di fondamentale importanza l'utilizzo di un metodo fondato esclusivamente su parametri geospaziali nell'ottica di previsione dell'entità del rischio di liquefazione a scala regionale. Le caratteristiche

del metodo rispondono alle esigenze di facile reperibilità dei dati di input, necessarie per l'analisi di contesti spazialmente estesi.

La metodologia adottata è quella di Zhu et al. (2017) e prevede i seguenti passi:

#### 1. Creazione del database e individuazione delle proxy

Poiché lo scopo è quello di fornire un modello predittivo di applicabilità globale e l'affidabilità del modello empirico è strettamente legata alla qualità del dataset, vengono impiegati i record di 27 eventi sismici, relativi a diverse parti del globo. Vista la natura predittiva del modello da costruire viene creato un database con notevole varietà in termini di magnitudo degli eventi e assetto geologico dei siti suscettibili di liquefazione. Si considerano, per lo stesso motivo, sia gli eventi che hanno attivato fenomeni di liquefazione che eventi per i quali questi non si sono verificati.

La maggior parte degli eventi sismici considerati si trova in aree costiere che sono le più suscettibili di liquefazioni. Il database globale è stato ottenuto dall'unione di più fonti, a seguito di un lavoro di revisione della letteratura.

I diversi singoli dataset possono essere completi, con identificazione di poligoni di liquefazione e corredati da numerosi altri parametri, e incompleti, con informazioni limitate e puntuali. Per l'applicazione del modello sono necessari i seguenti parametri:

- $\ln(PGV)$ . Calcolata fissando un tempo di ritorno  $T_R=475$  anni a partire dal dataset raster di  $V_{s30}$  nazionale (Mori et al., 2020) mediante il software OpenQuake. Validazione del modello attraverso mappa di PGV derivata da scenario sismico (Bindi et al., 2011)
- $\ln(V_{s30})$ . Dataset raster di  $V_{s30}$  nazionale (Mori et al., 2020)
- *Precip.* WorldClim database, last accessed March 2021 (Hijmans et al., 2005)
- *Dw*. Calcolato mediante approccio GIS a partire da: reticolo idrografico, laghi e linea di costa (ISPRA, 2020)
- *Wtd*. Global dataset (Fan et al., 2013).

## 2. Campionamento

Per ciascuno degli eventi sismici i parametri sono stati campionati su una griglia regolare di passo 100 m. Le soglie di campionamento sono state ottimizzate sulla base dei risultati ottenuti ed è stata predisposta una apposita *routine* per l'estrazione di dati di "non liquefazione" che, generalmente, risulta poco documentata, così da garantire un set di dati bilanciato. Specifiche procedure sono state impiegate per ottenere la massima stabilità del modello e scongiurare fenomeni di *overfitting*.

## 3. Regressione logistica

Per modellare la probabilità di liquefazione ( $P(x)$ ) viene impiegata la regressione logistica (eq. 3.6), un approccio che può essere efficacemente usato per relazionare un insieme di variabili indipendenti ad una variabile dipendente binaria:

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-t}} \quad (3.6)$$

In cui

$$t = k_0 + k_1 \cdot \ln(PGV) + k_2 \cdot \ln(V_{s,30}) + k_3 \cdot precip + k_4 \cdot dw + k_5 \cdot wtd$$

e i valori  $k$  sono i coefficienti stimati tramite la regressione.

## 4. Valutazione e validazione del modello

Le predizioni statistiche sono state positivamente valutate tramite:

- Brier score. Il punteggio Brier è applicabile alle attività in cui le previsioni devono assegnare probabilità a un insieme di risultati o classi discreti che si escludono a vicenda, in questo caso liquefazione sì/no.
- Curva ROC.
- Parametro AIC (quadro di approfondimento "Metodi per misurare la robustezza di modelli statistici").

## 5. Conversione della probabilità in percentuale di area in liquefazione (areal coverage)

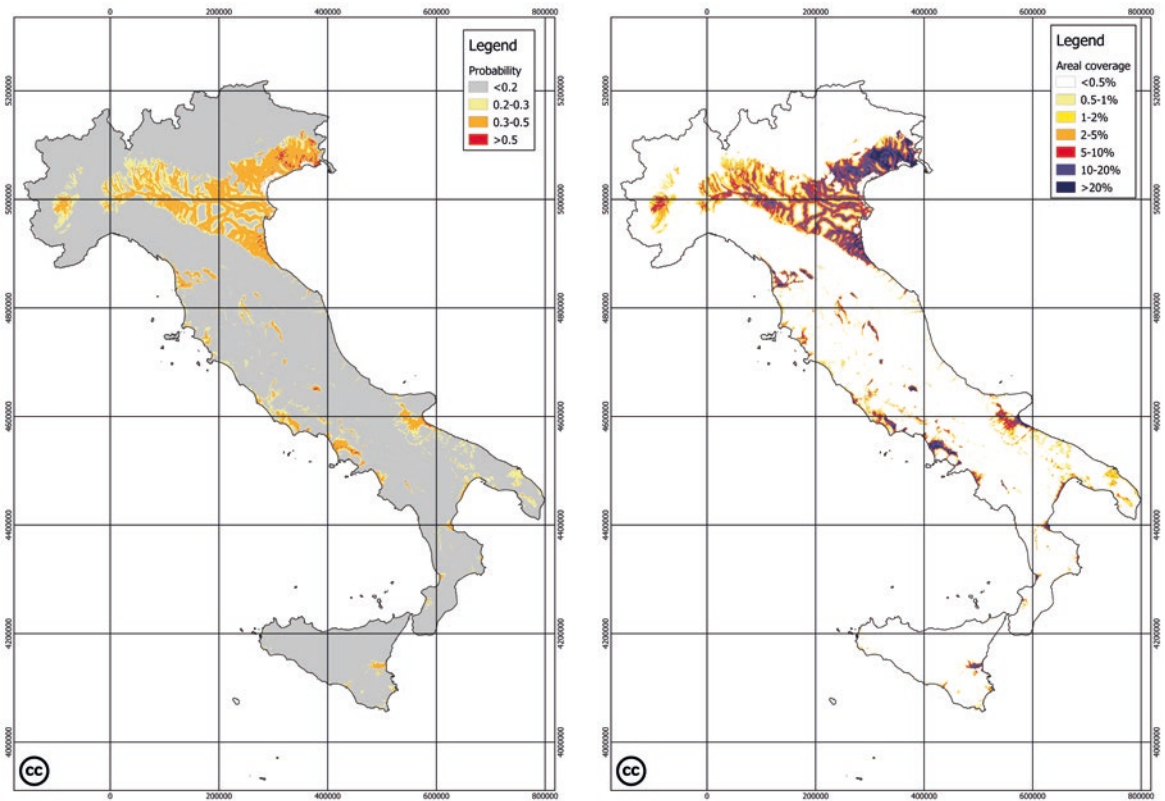
Anche nel modello di Zhu et al. (2017) occorre mettere in relazione le probabilità effettivamente stimate dal modello con la percentuale di aree in liquefazione effettivamente registrate in eventi mappati completamente. Un'ulteriore analisi è stata effettuata confrontando il modello di Zhu et al. (2017) con la versione precedente del modello del 2015.

In Zhu et al. (2017) vengono proposti due modelli predittivi. Il primo modello (*model costal*) si può applicare, esclusivamente, ad aree di studio poco distanti dalle coste (fino ad un massimo di 20 km dalla linea di costa). Il secondo modello (*model general*) si applica anche nelle aree più interne rispetto alla linea di costa. Nel presente lavoro vengono riportati i risultati riferiti al solo *model general*.

In Figura 3.8 sono presentati i risultati relativi alle elaborazioni sulle liquefazioni secondo il metodo di Zhu et al. (2017) sia in termini probabilistici sia di percentuale di area in liquefazione.

> **Figura 3.8**

Mappa delle probabilità di liquefazione (sx) e mappa delle probabilità di percentuale di area in liquefazione, areal coverage (dx).



## FLUSSO DI LAVORO PER LA QUANTIFICAZIONE DEI FA

Descrizione dei passi del flusso di lavoro della Figura 3.5.

**A-I.** Verificato che la distribuzione delle indagini in sito non è uniforme sul territorio nazionale è necessario individuare un criterio per eseguire una classificazione preliminare dello stesso territorio al fine di riconoscere classi (tipi di aree) omogenee rispetto alle quali i dati geologici, geofisici e geotecnici sono spazializzati. È importante osservare che la spazializzazione delle indagini attraverso il riconoscimento di classi omogenee permette di definire delle condizioni geologiche e litostratigrafiche tipiche anche in aree del territorio in cui non sono state eseguite indagini sito-specifiche. In questa procedura è stata adottata la classificazione descritta nel lavoro di Mori et al. (2020) secondo il quale è possibile riconoscere, a scala nazionale, 40 classi omogenee per caratteri geomorfologici e geologici e 2 classi omogenee solo per caratteri geologici.

**A-II.** Le successioni litostratigrafiche riconosciute tramite le indagini in sito e raggruppate in ognuna delle 42 classi sono, generalmente, molto differenti tra di loro sia per distribuzione dei litotipi principali (i.e. argilla, sabbia e ghiaia) sia per profondità del bedrock geologico. Inoltre, è importante osservare che la maggior parte delle indagini in sito è estesa sino a 30 m di profondità dal piano campagna, p.c., e che, generalmente, tali indagini non sono estese sino al tetto del bedrock geologico. Per quanto detto, all'interno di ognuno delle 42 classi, sono state individuate delle sotto-classi omogenee per distribuzione dei litotipi principali e per spessore del deposito di copertura (i.e. profondità del tetto del bedrock geologico). Tutti i dati necessari a tale procedura di classificazione su base litologica sono stati estratti dal db-MS, reso disponibile dal Dipartimento della Protezione Civile ([www.webms.it](http://www.webms.it)).

**A-III.** Note le percentuali dei litotipi principali e la profondità del tetto del bedrock geologico per ogni sotto-classe, è necessario definire lo spessore del layer elementare per la generazione delle alternanze di litotipi. È opportuno osservare che le sottoclassi definite al punto A-II sono differenziate esclusivamente per distribuzione dei litotipi principali e per profondità del tetto del bedrock geologico; quindi, nessuna informazione è definita in termini di successione di litotipi (alternanze di litologie dall'alto in basso). Noto lo spessore del layer elementare, la distribuzione dei litotipi principali e la profondità del tetto del bedrock geologico è quindi possibile, in una fase successiva, definire le possibili alternanze di litologie dall'alto in basso. Lo spessore di tale layer elementare è stato determinato attraverso l'analisi statistica dei log stratigrafici archiviati nel db-MS.

**A-IV.** Le successioni (alternanze di litologie dall'alto in basso e spessori) delle litologie non sono omogenee né a scala nazionale, né tra le varie classi individuate al punto A-I. Quindi, è necessario definire una strategia per la definizione dei modelli di sottosuolo (successioni litologiche) rappresentativi delle condizioni di sito per ogni classe, indipendentemente dal numero di indagini disponibili. Per quanto detto, tutte le possibili alternanze di litotipi sono definite come il numero di permutazioni senza ripetizioni, determinato in funzione della distribuzione dei litotipi principali e della profondità del tetto del bedrock geologico individuati per ogni sottoclasse al punto A-II.

**A-V.** Generate tutte le successioni litostratigrafiche relativi ai soli litotipi di copertura, alla base di ognuna di tale successione è aggiunto il bedrock geologico.

**A-VI.** Dopo aver creato le successioni litostratigrafiche complete, è possibile definire le colonne sismostratigrafiche, associando le caratteristiche fisiche e meccaniche (valore della velocità delle onde di taglio  $V_s$ , peso dell'unità di volume di terreno  $\gamma_i$  e curve  $G(\gamma)/G_0$  e  $D(\gamma)$ , ad ogni layer elementare in funzione del litotipo e della profondità dal piano campagna; punti C-I, C-II e C-III di Figura 3.5). Tale associazione è fatta secondo un approccio stocastico nota la correlazione  $V_{s-z}$  e la deviazione standard per ogni litotipo. Inoltre, nota la correlazione  $V_{s-z}$  (punto C-II di 3.5), la profondità del bedrock sismico,  $H_{800}$ , è definita estendendo verso il basso il valore di  $V_s$  del bedrock geologico. La massima profondità  $H_{800}$  è comunque posta pari a 100 m, poiché profondità maggiori interessano effetti di amplificazione per periodi maggiori di 0.5 s, invece, la tipologia costruttiva maggiormente diffusa sul territorio nazionale è caratterizzata da periodi fondamentali compresi nell'intervallo 0.1-0.5 s come riportato in Falcone et al. (2020).

**A-VII.** Le colonne sismo-stratigrafiche 1D definite al punto A-VI sono quindi implementate in un codice di calcolo numerico basato sull'approccio lineare equivalente nel dominio delle frequenze per eseguire analisi di risposta sismica locale. Il codice di calcolo, originale e non ancora pubblicato, è stato prodotto dal gruppo di lavoro CNR-IGAG-PON-Governance Riduzione del rischio sismico e vulcanico.

**A-VIII.** Si eseguono le analisi di risposta sismica locale. I segnali di input sono selezionati a partire dalla pericolosità sismica di base del territorio nazionale (Meletti e Montaldo 2007; Montaldo e Meletti, 2007), relativa al periodo di ritorno  $T_R=475$  anni (punti D-I e D-II di Figura 3.5).

**A-IX.** I FA, quantificati secondo l'equazione (3.1), sono associati ad ogni sismo-stratigrafia generata al punto A-VII. Gli intervalli di periodo  $T_1-T_2$  sono stati assunti pari a: 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s e 0.7-1.1 s. Tuttavia, l'intervallo di maggiore di interesse (soprattutto per successive analisi dei manufatti sul territorio italiano) risulta essere 0.1-0.5 s come riportato al punto A-VI.

**A-X.** Per ognuna delle 42 classi, sono definite i valori medi di FA distinti in funzione dell'intensità del segnale sismico di input. L'intensità del segnale sismico di input è stata definita in termini di classi del parametro  $HSM_{ref\ 0.1-0.5}$  definito attraverso l'equazione (2) dove  $Sa_{riferimento}$  è lo spettro di risposta in pseudo accelerazioni relativo all'affioramento della formazio-

ne rocciosa. Le classi del parametro HSM, secondo quanto riportato nel lavoro di Mori et al. (2019), sono:  $[0, 0.22]$  g,  $[0.22, 0.55]$  g,  $[0.55, 0.86]$  g e  $[0.86, \infty]$  g. Per ognuna delle 42 classi morfo-geologiche sono stati selezionati 15 spettri di risposta di riferimento. Tali spettri, differenziati per intensità di HSM e per classe morfo-geologica sono mostrati in Figura 2.6. È interessante osservare che con riferimento al territorio italiano, la pericolosità di riferimento è sempre inferiore a 0.86 g.

**A-XI.** I valori di FA sono assegnati ad ogni punto del territorio (mappa di FA del territorio nazionale) in funzione della classe (tipo di area) di appartenenza e della pericolosità sismica di base.

È anche possibile:

**A-X bis.** Per ognuna delle 42 classi, definire le correlazioni  $FA-V_{s30}$ , distinte in funzione dell'intensità del segnale sismico di input.

**A-XI bis.** Assegnare i valori di FA ad ogni punto del territorio in esame in funzione della classe di appartenenza, della pericolosità sismica di base e del valore di  $V_{s30}$ .

### 3.3 - PERICOLOSITÀ SISMICA PER IL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA DI UN CONTESTO TERRITORIALE

In questo capitolo si mostrano alcuni risultati dello studio di pericolosità sismica complessiva (pericolosità di base + pericolosità locale) ai fini della valutazione dell'operatività del SGE di un Contesto Territoriale. Si è scelto di, mostrare i risultati in formato cartografico per un CT della fascia appenninica, Vallata (AV).

Inizialmente, la rappresentazione delle caratteristiche morfologiche del CT permette di descriverne la connotazione da un punto di vista fisico e, al tempo stesso, consente di porre in relazione le criticità, debolezze o fragilità con le determinanti del SGE. Nel caso di Vallata la morfologia è collinare-montuosa perché il CT è un'area interna dell'Appennino Campano. Le vie di comunicazione di tutto il CT e del SGE, in particolare, sono condizionate dal territorio accidentato e vi si devono adattare con percorsi lunghi e articolati.

La pericolosità di base calcolata con Open-Quake (§ 3.1) e la pericolosità locale (amplificazione dello scuotimento in superficie ed effetti cosismici quali frane sismoindotte e liquefazioni dinamiche; § 3.2) sono gli elementi necessari per calcolare la pericolosità sismica complessiva in corrispondenza degli elementi fisici del SGE.

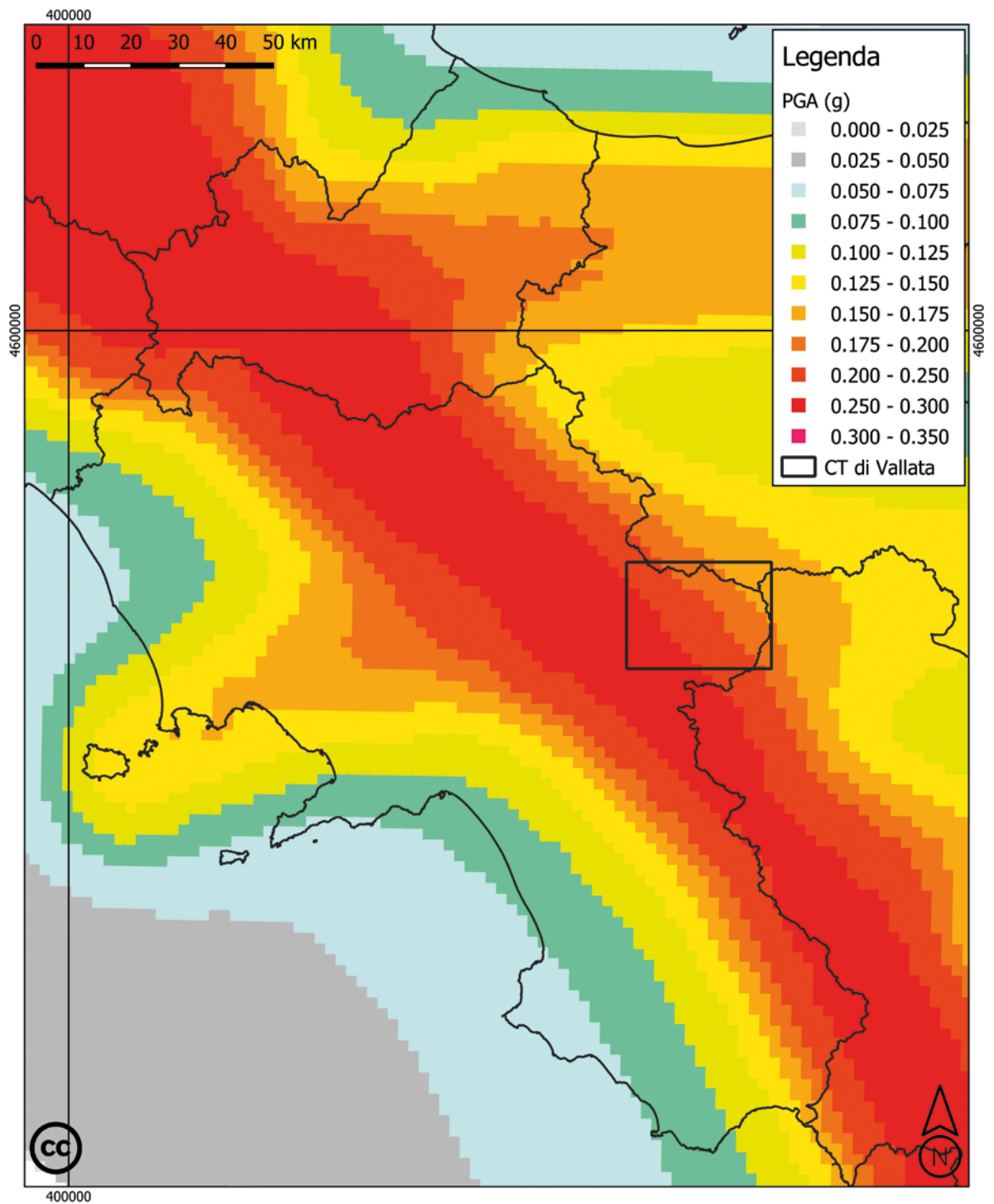
Nella Figura 3.9 è riportata la mappa di pericolosità di base (scuotimento in superficie senza tener conto degli effetti di amplificazione per le condizioni morfologiche e litostratigrafiche lo-

cali) dell'area campana in valori di PGA con periodo di ritorno di 475 anni. Nel riquadro è evidenziata l'area del CT di Vallata. Come si può notare, i valori di pericolosità di base, sono già molto alti (0.15-0.30 g), anche senza effetti amplificativi, e determinerebbero, in caso di evento, oltre a danni ingenti alle strutture antropiche, anche l'attivazione di molte instabilità cosismiche.

Nella Figura 3.10 è riportata la mappa di  $V_{s30}$  (§ 3.2). Essendo un territorio montagnoso-collinare i valori sono per la gran parte medio-alti (420-560 m/s), mentre i territori delle valli e delle poche piane presenti, bacini colmati da spessori variabili di terreni sciolti (sabbie e argille), presentano valori di  $V_{s30}$  più bassi (300-360 m/s). I valori di  $V_{s30}$  sono un prodotto intermedio che, nella metodologia proposta, è funzionale al calcolo degli effetti amplificativi (FA, vedi dopo) e, conseguentemente, dello scuotimento in superficie.

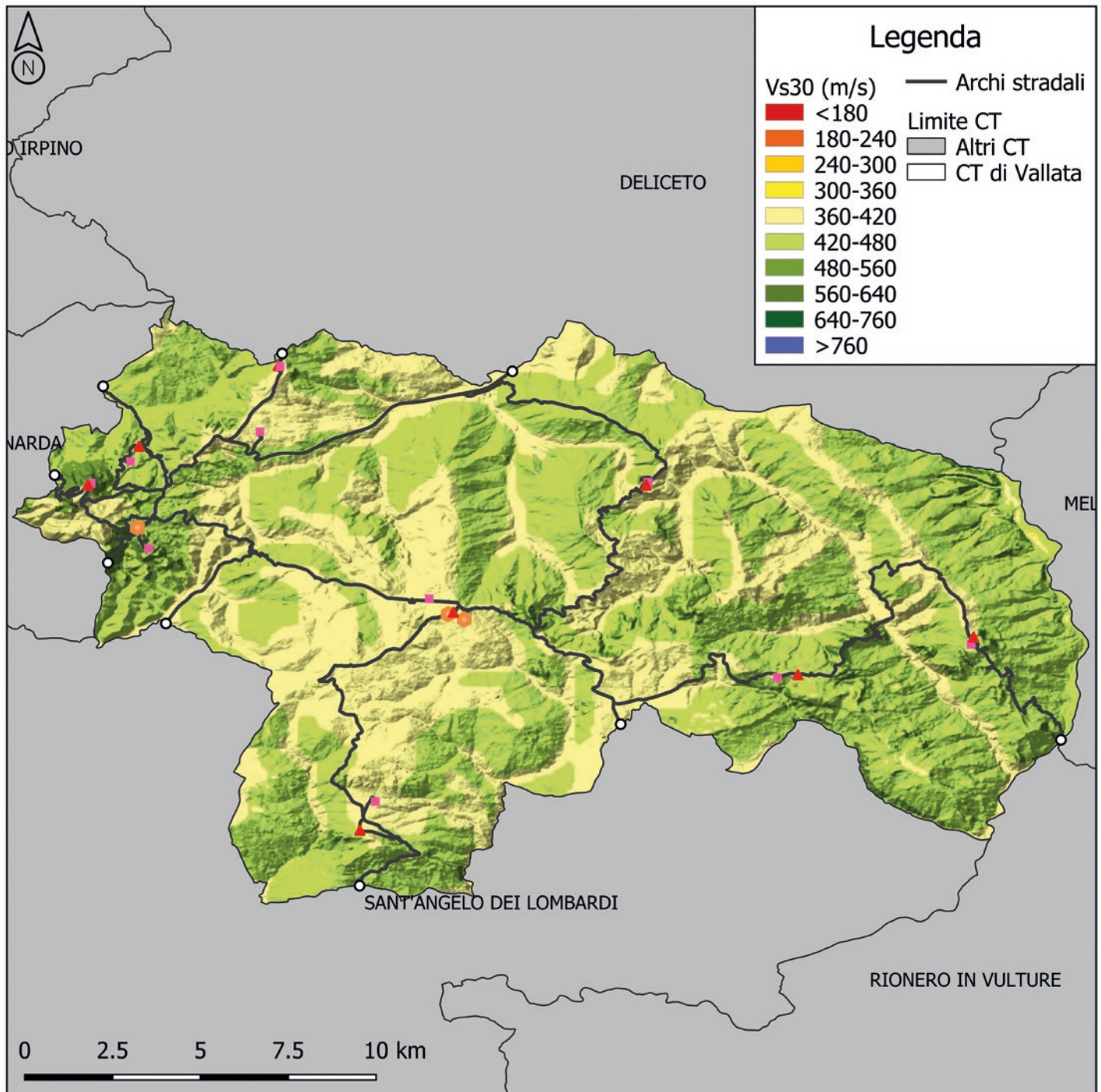
Gli stessi valori di  $V_{s30}$  potrebbero essere utilizzati in una metodologia "semplificata", inserendoli direttamente nelle equazioni delle GMPE (in questo caso, Bindi et al., 2011), ottenendo comunque un valore di scuotimento in superficie. Si ricorda infatti che un'equazione di previsione del movimento del suolo è un'equazione che calcola l'intensità dello scuotimento in superficie, tenendo conto delle caratteristiche della sorgente, del percorso delle onde sismiche e, come si è detto, degli effetti del sito ovvero, in maniera semplificata, delle  $V_{s30}$ . Una GMPE è costruita dall'analisi di regressione statistica di molti record di eventi, registrati nelle stazioni ac-

> **Figura 3.9**  
 Mappa della pericolosità di base del Contesto Territoriale di Vallata (AV).



celerometriche intorno all'epicentro. La mappa di Figura 3.11 riporta i valori medi (50° percentile) dei FA dello scuotimento sismico nell'intervallo di periodi 0.1-0.5s. In generale i valori non sono altissimi, come ci si aspettava dal fatto che il livello energetico della pericolosità di base (che è l'input alla base, substrato sismico, delle sezioni di territorio dal quale si parte per calcolare i FA) è già molto alto. Naturalmente i valori rispettano l'andamento dei valori delle  $V_{s30}$  e dell'assetto morfologico dell'area. Lo scuotimento sismico in superficie è il risultato dei valori della pericolosità di base moltiplicati per questi valori dei FA, nell'intervallo di periodi considerati.

In Figura 3.12 sono riportati, limitatamente al Grafo Ottimale del SGE, un esempio di mappa dello scuotimento in superficie, in questo caso i valori della PGA amplificata (intervallo di periodi 0.1-0.5s). Con questi valori o altri derivati, per esempio la PGV, è possibile operare tutte le valutazioni di operatività del SGE. Dopo aver visto, all'inizio di questo capitolo, una prima applicazione dei valori dello scuotimento in superficie, con la costruzione del Grafo Ottimale (valutazione dei percorsi con il minor numero di impedenze), un altro esempio è riportato nella Figura 3.13, nella quale sono riportate le probabilità di accadimento di frane sismoindotte in tutta l'area del CT, per una PGV

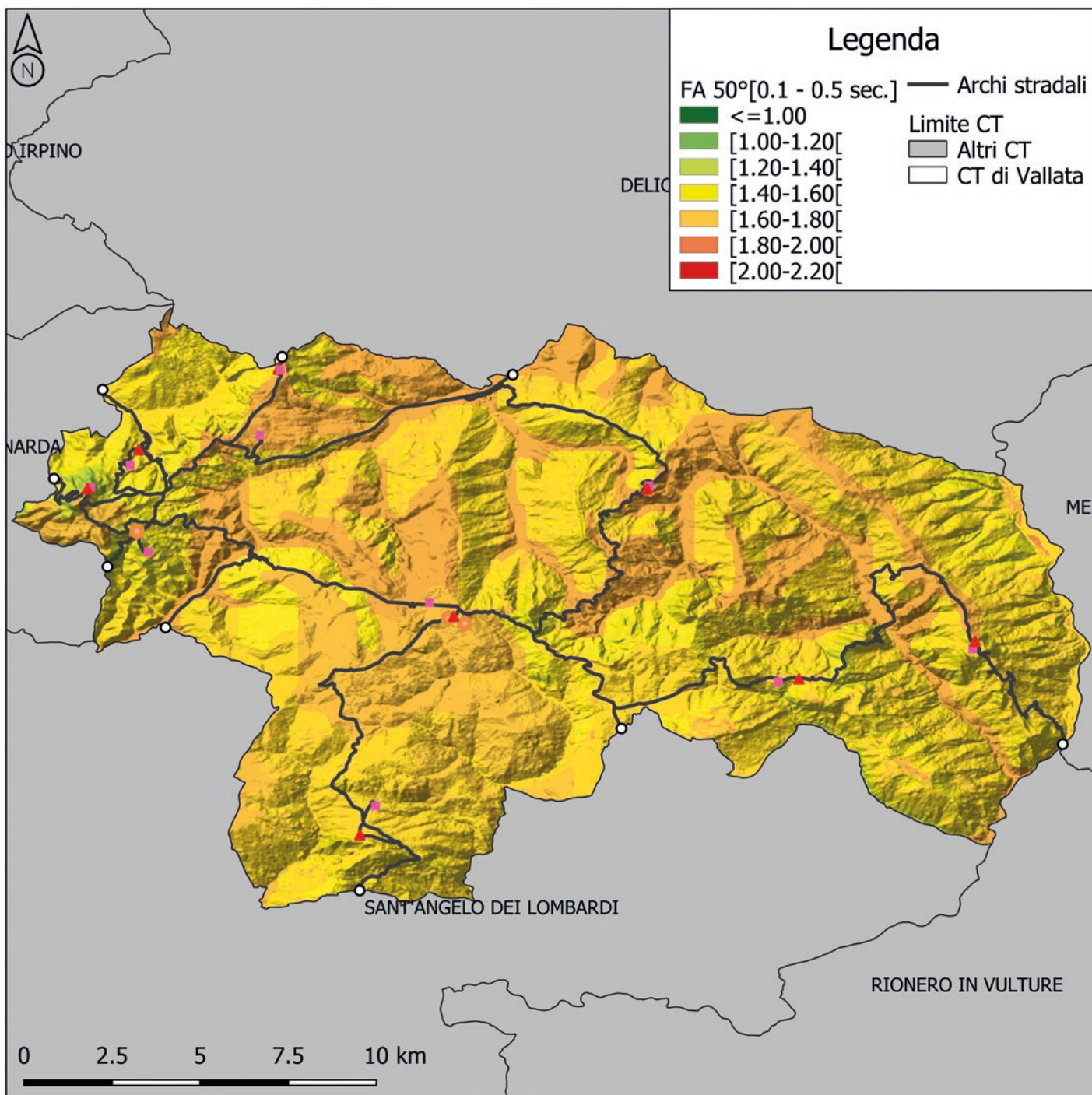


> **Figura 3.10**  
Mappa dei valori di  $V_{s30}$  del Contesto Territoriale di Vallata (AV).

con tempo di ritorno di 475 anni. Come presumibile, tenuto anche conto della geologia e della geomorfologia dell'area, in caso di evento sismico, una parte del territorio ha più del 50% di probabilità di essere investita da una frana. Un altro esempio di utilizzo dei valori di scuotimento in superficie, in termini di PGA amplificata o in termini di ASI (Von Thun et al., 1988; § 3.1), è la valutazione del danno degli edifici. Questa valutazione è possibile per mezzo delle curve di fragilità (un esempio non commentato in Figura 3.14), il cui significato verrà illustrato in dettaglio nel § 4. In linea generale, le curve di fragilità consentono di calcolare la probabilità di superare un certo grado di danno  $D$  ( $P(D)$ ), in ordinata del grafico di Figura

3.14, in funzione della intensità di misura della pericolosità sismica (in ascissa). Come si può vedere dalla figura (che riporta curve di fragilità specifiche per edifici residenziali), è stata utilizzata come intensità di misura della pericolosità sismica la PGA amplificata, per gli Edifici Strategici invece è stato utilizzato un parametro integrale ASI (Von Thun et al., 1988) calcolato direttamente dallo spettro di risposta, nell'intervallo di periodo di vibrazione proprio dell'edificio analizzato (0.1-0.5s/0.4-0.8s/0.7-1.1s). Per un'analisi di maggior dettaglio del danno sugli edifici si può utilizzare direttamente uno spettro di risposta dello scuotimento alle fondazioni. Calcolata la pericolosità sismica per arrivare





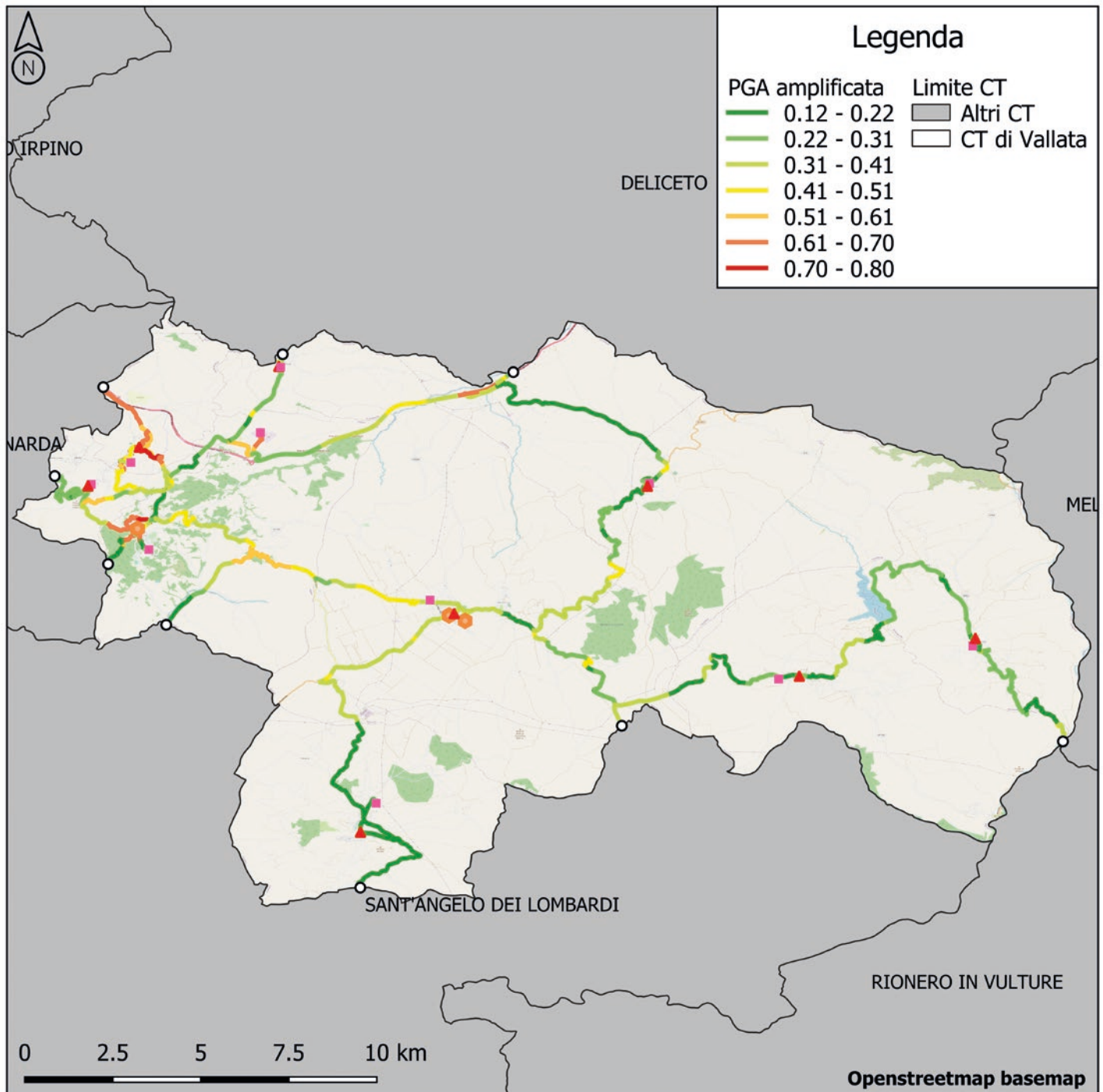
> **Figura 3.11**  
Valori medi del Fattore di Amplificazione dello scuotimento sismico del Contesto Territoriale di Vallata (AV).

a valutare l'operatività del SGE è necessario analizzare la vulnerabilità dei singoli oggetti del SGE e la vulnerabilità complessiva, spazialmente correlata. Tali tematiche sono state sviluppate nel § 4.

### 3.4 - PERICOLOSITÀ VULCANICA AI FINI DELL'OPERATIVITÀ DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA

Al fine di valutare il Grafo Ottimale del CT e l'operatività del SGE, utilizzando come forzante anche la pericolosità vulcanica, è stato realizzato un prototipo per le stime di pericolosità vulcanica probabilistica di lungo termine (50-

500 anni), focalizzato sulla stima dell'accumulo al suolo dei depositi piroclastici da caduta (conosciuti generalmente come tefra, che a loro volta vengono suddivisi in lapilli e ceneri a seconda delle dimensioni delle particelle), fino all'isopaca di 1 mm, quindi potenzialmente impattante fino a distanze di centinaia di km dal centro eruttivo. Essendo ancora un prototipo metodologico, anche se di notevole qualità, i prodotti di questo nuovo approccio alla pericolosità vulcanica non sono stati inseriti nella valutazione dei CT interessati. Seguendo l'approccio tradizionale, i modelli di pericolosità vengono realizzati separatamente per i diversi vulcani quantificando la variabilità delle condizioni al contorno (ad esempio,



> **Figura 3.12**  
Mappa dei valori dello scuotimento sismico in superficie (PGA) del Contesto Territoriale di Vallata (AV).

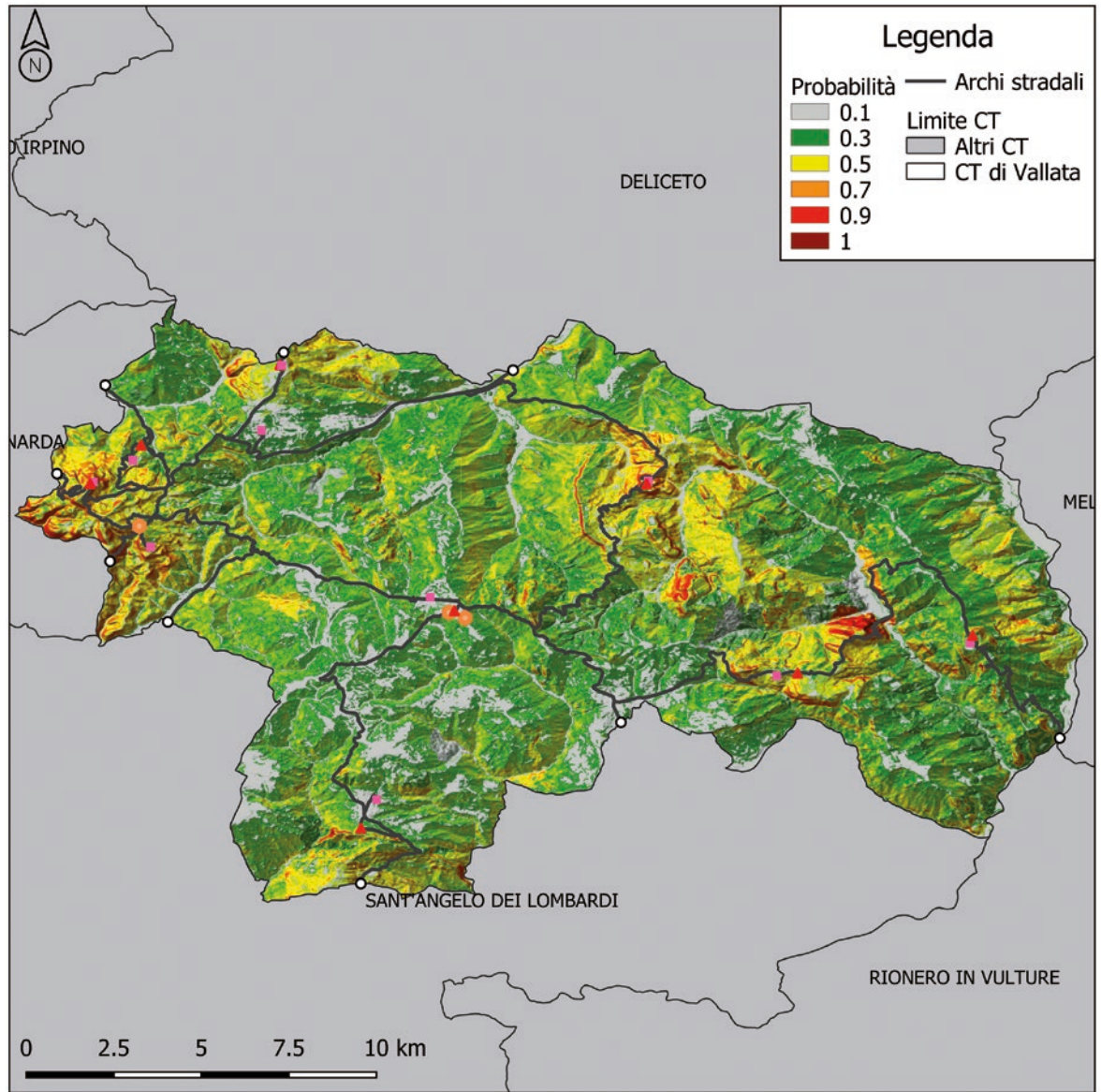
del vento, basandosi sulla statistica dei venti negli ultimi 20-30 anni) ed assumendo alcuni cosiddetti "scenari eruttivi di riferimento". Generalmente questi scenari sono riferiti ad alcuni eventi ben studiati e "rilevanti" nella storia eruttiva del vulcano considerato, e rappresentano una specifica realizzazione delle infinite possibili "condizioni eruttive" che determinano alcuni fattori chiave nel processo di dispersione delle ceneri: posizione della bocca eruttiva, taglia e durata dell'eruzione, distribuzione granulometrica delle particelle di lapilli e ceneri prodotte. Pertanto, l'intrinseca variabilità nelle condizioni eruttive viene trascurata, producendo stime di pericolosità condizionate all'occorrenza di uno specifico scenario di riferimento (o di poche

unità), non adatte al loro utilizzo all'interno del percorso di valutazione dell'operatività del SGE sviluppato in questo progetto.

In questo studio, quindi, combinando diversi approcci disponibili in letteratura, si è cercato di superare l'approccio comunemente usato, producendo mappe di pericolosità "assolute" intendendo con il termine absolute la variabilità delle taglie eruttive e la combinazione dell'impatto di più vulcani. In questa fase, lo studio è stato limitato alle eruzioni esplosive di diverse magnitudo dei vulcani Vesuvio e Campi Flegrei, ma in futuro lo studio potrà rendersi estendibile a qualsiasi taglia eruttiva e a qualsiasi vulcano.

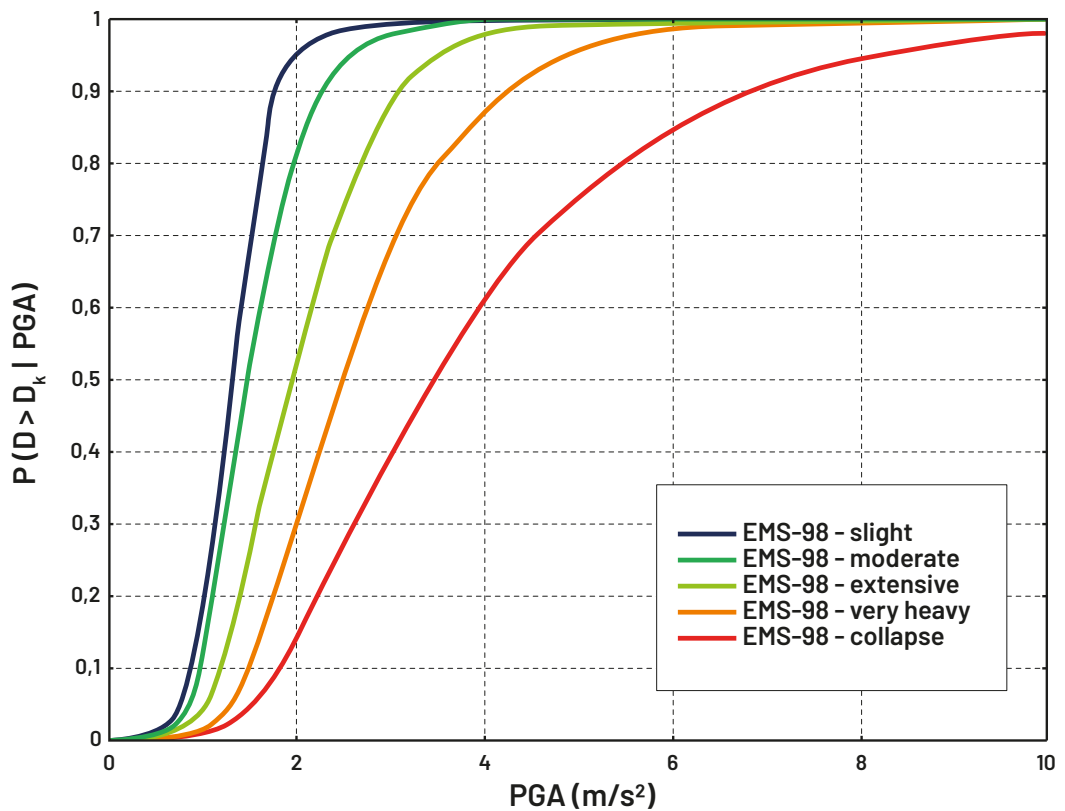
> **Figura 3.13**

Mappa della probabilità di accadimento di frana del Contesto Territoriale di Vallata (AV).



> **Figura 3.14**

Esempio di curve di fragilità per edifici residenziali (vedi 4.1).





## PROCESSO DI ACCADIMENTO POISSONIANO

Per accadimento si intende un qualsiasi evento casuale che si realizza in un determinato sistema di riferimento.

Un processo di accadimenti poissoniano è un flusso di eventi casuali che si realizzano in un determinato sistema di riferimento. Se, come avviene spesso, il sistema di riferimento è il tempo (sistema unidimensionale), il flusso si concretizza in una successione di eventi casuali associati a determinati istanti di tempo.

Il processo poissoniano si realizza se sono valide le seguenti ipotesi:

- la probabilità  $P(x, t)$  di avere  $x$  accadimenti nell'intervallo di ampiezza  $t$  dipende solamente dall'ampiezza dell'intervallo  $t$  e non dalla sua posizione sull'asse dei tempi;
- gli accadimenti si ripartiscono indipendentemente gli uni dagli altri;
- in un intervallo di tempo  $\Delta t$  sufficientemente piccolo è ammesso al massimo un accadimento.

### 3.4.1 - Metodologia di calcolo

La probabilità di accumulo di ceneri al suolo in 50 anni è stata calcolata con un processo di accadimenti poissoniano (quadro di approfondimento "Processo di accadimento poissoniano"). Il risultato di questo schema di stima della pericolosità vulcanica da accumulo di ceneri al suolo permette di ottenere curve assolute di pericolosità, che mostrano come varia la probabilità di eccedenza in 50 anni di diversi valori di carico di ceneri accumulato al suolo, su una griglia di punti che copre l'area di interesse con una risoluzione di 3 km. In questo modo la stima della pericolosità vulcanica diviene del tutto analoga alla prassi consolidata in ambito sismico; di conseguenza la stima del rischio che ne deriva diviene confrontabile e "gerarchizzabile" con il rischio sismico ed altri eventuali rischi naturali (valutazioni multirischio) la cui pericolosità è calcolata in modo analogo.

Nel caso vulcanico, si tiene quindi complessivamente conto della variabilità nella posizione della bocca eruttiva e della variabilità nei parametri collegati alla taglia eruttiva, simulando eruzioni con diversa magnitudo di entrambi i vulcani, oltre alla frequenza annuale di eruzioni per ciascun vulcano. Tale frequenza può variare nel tempo e la stima è basata sulla probabilità temporale di eruzione stimata ai Campi Flegrei (Bevilacqua et al. 2015) e al Vesuvio (Marzocchi et al. 2004).

In particolare, la pericolosità vulcanica può essere calcolata utilizzando la stessa formu-

lazione adottata, per esempio, nel calcolo della pericolosità sismica (Bazzurro e Cornell, 1999), adattando l'esplorazione dei diversi scenari al caso vulcanico:

$$\lambda(Z > z; x, t) = v_E(t) \int_{\Sigma} P(Z > z | \sigma) P(\sigma | E) d\sigma = \sum_{i \in \text{volcano}} v_{E_i}(t) \sum_{j \in \text{vent}} \sum_{k \in \text{size}} P(Z > z | \sigma_{ijk}; x) P(\sigma_{jk} | E_i) \quad (3.7)$$

Dove:

- $P(\sigma_{jk} | E_i)$  rappresenta la probabilità di una particolare condizione eruttiva, data un'eruzione al vulcano  $i$ , e include:
  - la variabilità nella posizione della bocca eruttiva (per il Vesuvio viene considerata solo una bocca posizionata sul cratere attuale, mentre alla caldera dei Campi Flegrei la dispersione della cenere viene simulata da una griglia di possibili bocche a cui è associata, per ogni cella, una probabilità spaziale);
  - la variabilità nei parametri collegati alla taglia eruttiva (o magnitudo), simulando eruzioni di diversa magnitudo ed associando ad ognuna di esse una probabilità di occorrenza (condizionata all'occorrenza di un'eruzione) secondo una legge di potenza continua su tutto lo spettro dei possibili valori di magnitudo (Sandri et al., 2016). La legge di potenza è basata sulla frequenza

osservata delle diverse magnitudo eruttive negli ultimi 2000 anni al Vesuvio e 5000 anni ai Campi Flegrei ed estrapolata per limiti temporali più estesi;

- $P(Z > z | \sigma_{ijk})$  è la probabilità di avere il superamento di un certo spessore di cenere al target  $x$  dovuta all'eruzione  $\sigma_{ijk}$ , ed è calcolata simulando migliaia di volte la dispersione e il deposito della cenere in condizioni di vento differente, campionato dalla statistica dei venti negli ultimi 30 anni;
- $\nu(E_i)$  è la frequenza annuale di eruzioni al vulcano  $i$ . Questa frequenza può variare nel tempo e la stima è basata sulla probabilità temporale di eruzione stimata ai Campi

Flegrei (Bevilacqua et al., 2015) e al Vesuvio (Marzocchi et al., 2004).

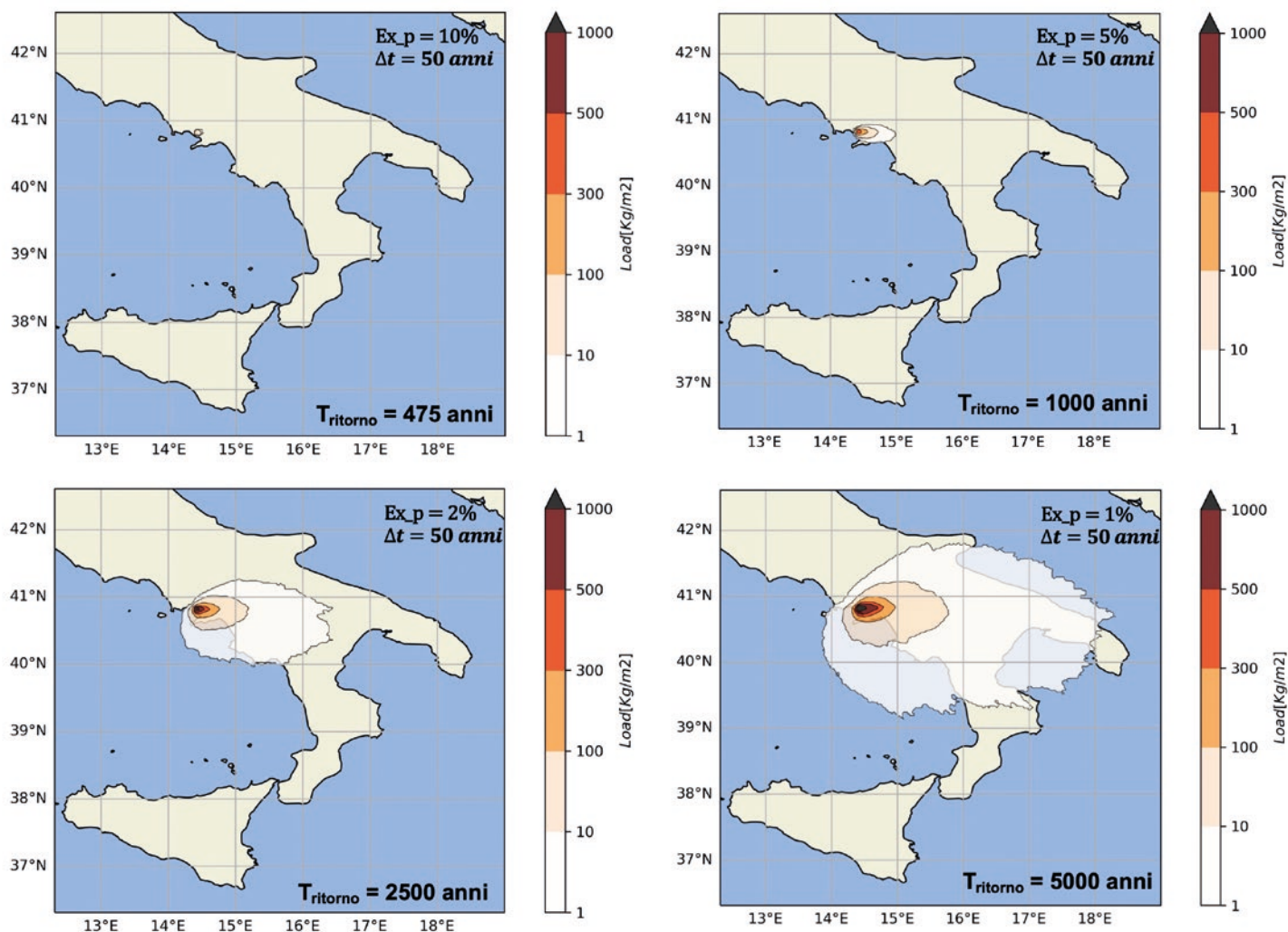
Le simulazioni del carico al suolo sono state effettuate con il codice numerico FALL3D (v. 8.0; Folch et al., 2020), in coordinate geografiche con risoluzione orizzontale di  $0.03 \times 0.03$  gradi (circa  $3 \times 3$  km) su un dominio computazionale esteso  $670 \times 630$  km. I parametri utilizzati nelle simulazioni sono riportati in Tabella 3.2. Per ciascun vulcano, e per ciascuna taglia eruttiva considerata, sono state svolte 1500 simulazioni utilizzando i profili di vento medi giornalieri del dataset ECMWF ERA5 (Copernicus Climate Change Service, 2017) con risol-

<b>Descrizione</b>	<b>Vesuvio</b> (taglia bassa/medio-alta/alta)	<b>Campi Flegrei</b> (taglia bassa/media/medio-alta)
Massa totale (kg)	$10^{10} - 10^{11} - 10^{12} - 10^{13}$	$10^{10} - 10^{11} - 10^{12}$
Tasso eruttivo (kg/s)	calcolato da Mastin et al., 2009	calcolato da Mastin et al., 2009
Quota del cratere (m)	1281	458
Altezza colonna (dal cratere)(m)	calcolato da Mastin et al., 2009	calcolato da Mastin et al., 2009
Parametri forma colonna (Suzuki)	4/1	4/1
Durata dell'eruzione (ore)	(11.11, 87.60), (6.24, 11.11), (6.14, 6.24)	(3.48, 27.36), (1.95, 3.48), (1.92, 1.95)
Durata sedimentazione (ore)	24	48
Dataset meteo ECMWF	ERA5	ERA5
Distribuzione granulometrica	Bi-Gaussiana (Mele et al., 2020)	Bi-Gaussiana (Sandri et al., 2016)
Modello aggregazione	Cornell, 1983	Percentage
Modello velocità particelle	Ganser, 1993	Ganser, 1993
Modello turbolenza orizzontale	CMAQ	CMAQ
Modello turbolenza verticale	SIMILARITY	constant = 0

> **Tabella 3.2**

Parametri usati per le simulazioni FALL3D.

## VESUVIO – mappe di hazard (medie) assolute (taglia piccola, medio-alta, alta)



> **Figura 3.15**  
Mappe medie di pericolosità assoluta per l'accumulo di cenere al suolo. Tali mappe aggregano i risultati delle taglie di magnitudo alta, medio-alta, e bassa del Vesuvio e sono associate a diverse probabilità di eccedenza (10%-5%-2%-1%).

zione  $0.03 \times 0.03$  gradi, nel periodo dal 01/01/1991 al 31/12/2020 per il caso del Vesuvio, e nel periodo dal 01/01/1999 al 31/12/2020 per i Campi Flegrei. L'attenzione viene rivolta ai depositi delle ceneri fini anche a grandi distanze, per carichi al suolo compresi tra  $0.01$  a  $16 \text{ kg/m}^2$ .

Nel caso dei Campi Flegrei, viene considerata una variabilità nella posizione della bocca eruttiva simulando la dispersione della cenere da una griglia di possibili bocche che copre tutta la caldera ( $12 \times 10 \text{ km}$ ), le cui celle sono caratterizzate da una probabilità spaziale (condizionata all'occorrenza di una eruzione) basata sulla posizione di alcune caratteristiche geomorfologiche e strutturali e sulla posizione dei centri eruttivi degli ultimi 5000 anni (Selva et al., 2012).

Per il Vesuvio viene invece considerata una singola sorgente corrispondente all'attuale posizione del cratere.

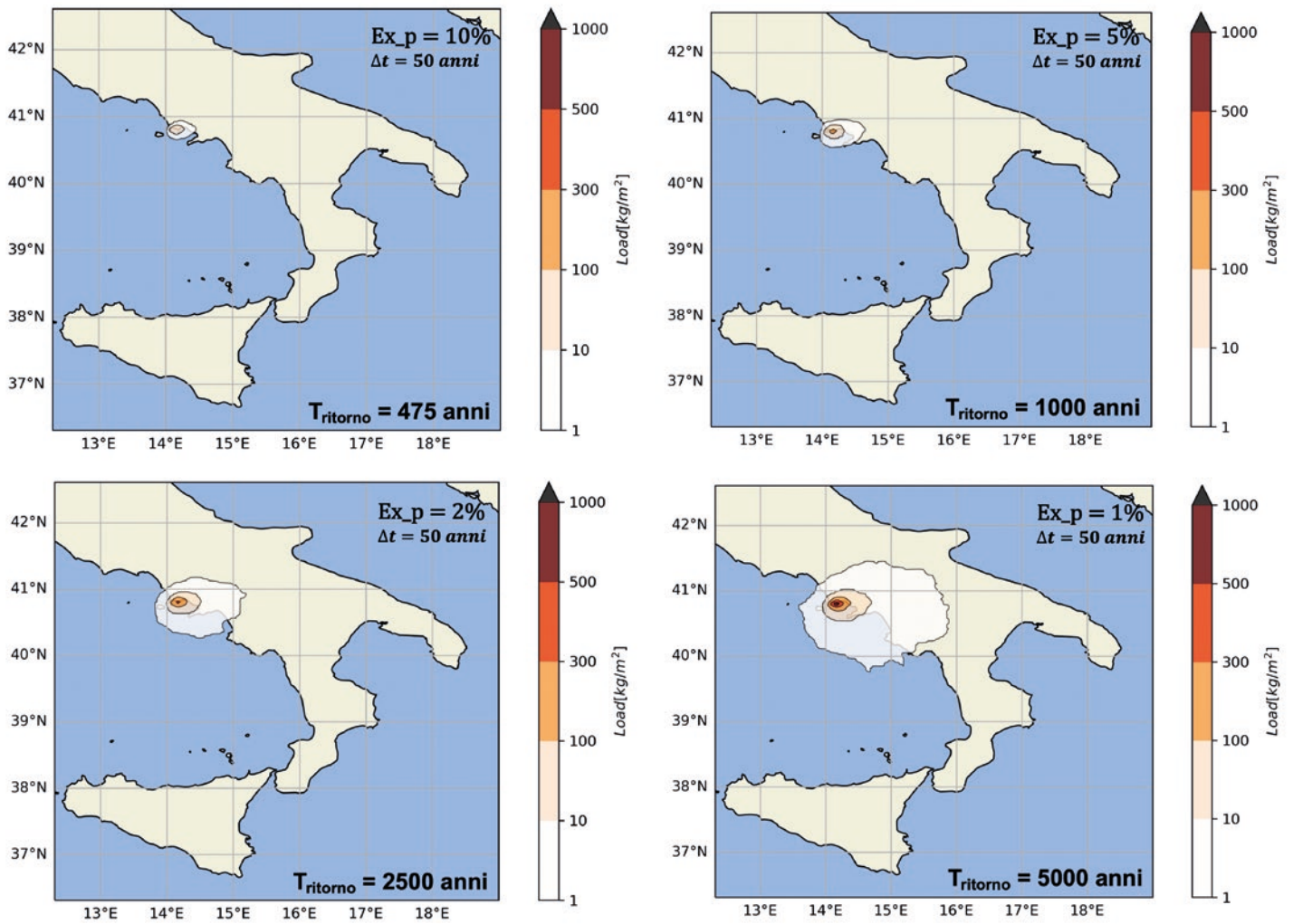
### 3.4.2 - Mappe aggregate di pericolosità vulcanica

Considerando un intervallo di tempo di 50 anni, le mappe aggregate rappresentano le

curve di isomassa con diverse probabilità di superamento: 10% (Tempo di ritorno associato = 475 anni), 5% (Tempo di ritorno associato = 1000 anni), 2% di superamento (Tempo di ritorno associato = 2500 anni), e 1% (Tempo di ritorno associato = 5000 anni). In Figura 3.15 sono riportate le mappe aggregate con le diverse probabilità di superamento per il Vesuvio. Lo studio è stato avviato con la realizzazione di mappe di pericolosità assoluta riguardanti i depositi delle ceneri corrispondenti a più taglie eruttive per ciascun vulcano ("mappe aggregate"). Per il Vesuvio sono stati considerati gli scenari di magnitudo bassa (1906/1944), medio-alta (Pollena/1631) e alta (Pompei/Avellino).

Per i Campi Flegrei (Figura 3.16) sono stati considerati gli scenari di magnitudo bassa (Averno 2), media (Astroni 6), e medio-alta (Agnano Monte Spina). È importante sottolineare che alle eruzioni di diversa magnitudo viene associata una probabilità di occorrenza (condizionata all'occorrenza di un'eruzione) secondo una legge di potenza (quadro di approfondimento "Legge di potenza") continua

### CAMPI FLEGREI – mappe di hazard (medie) assolute (taglia piccola, media, medio-alta)

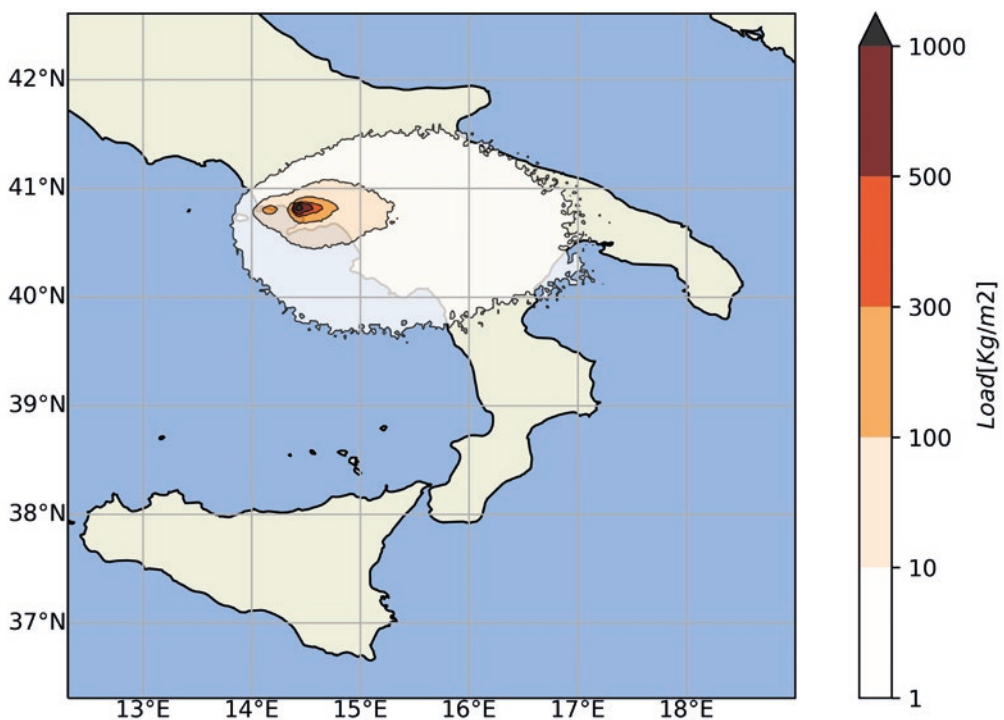


#### > Figura 3.16

Mappe medie di pericolosità assoluta per l'accumulo di cenere al suolo. Tali mappe aggregano i risultati delle taglie di magnitudo medio-alta, media e bassa dei Campi Flegrei e sono associate a diverse probabilità di eccedenza (10%-5%-2%-1%).

#### > Figura 3.17

Mappa di valori medi della pericolosità assoluta in termini di carico di cenere che combina i risultati delle diverse taglie eruttive del Vesuvio e dei Campi Flegrei. La probabilità di eccedenza di avere accumulo di cenere al suolo è fissata al 10% (Tempo di ritorno: 475 anni).



su tutto lo spettro dei possibili valori di magnitudo al Vesuvio e ai Campi Flegrei (Sandri et al., 2016). La legge di potenza è basata sulla frequenza osservata delle diverse magnitudo eruttive negli ultimi 2000 anni al Vesuvio e 5000 anni ai Campi Flegrei ed estrapolata per limiti temporali più estesi.

### 3.4.3- Mappa combinata di pericolosità vulcanica

In Figura 3.17 viene presentata la mappa media di pericolosità "combinata" che risulta dalla combinazione dei risultati delle mappe aggregate di pericolosità assoluta del Vesuvio (Figura 3.15) e dei Campi Flegrei (Figura 3.16), riferite alla probabilità di eccedenza del 10%. Tale mappa è stata realizzata seguendo la tecnica statistica del campionamento comotonico (una coppia di variabili aleatorie  $X, Y$  - in questo caso le probabilità di eruzione dei due vulcani - si dice comotonica se esse dipendono in senso funzionale da una terza variabile aleatoria  $Z$  e la dipendenza è per ambedue monotona crescente o decrescente).

A differenza di quanto realizzato nelle mappe aggregate in cui viene considerata solo la curva di pericolosità media in ciascun punto del dominio computazionale, nella mappa combinata, per entrambe le sorgenti (Vesuvio e Campi Flegrei) viene considerato il set com-

pleto di curve di pericolosità, ovvero quelle che descrivono i diversi percentili della distribuzione della frequenza attesa di superamento delle soglie nel tempo di esposizione.

Per tutte le soglie di cenere al suolo considerate in ogni punto del dominio, vengono realizzate delle curve empiriche di probabilità, distinte per le due sorgenti, campionando random un numero elevato di valori (es. 1000) che si assumono essere un campione rappresentativo della distribuzione che descrive la probabilità di eccedenza (superamento) di una determinata soglia di cenere al suolo. Ad ogni coppia di valori campionati per le due sorgenti, e corrispondenti allo stesso percentile della distribuzione, viene applicata una formula combinatoria che dà luogo ad una nuova curva di pericolosità indicativa della probabilità di eccedenza di una determinata soglia di carico di cenere da almeno una delle sorgenti considerate. Quindi, in ogni punto del dominio, viene letto un campione della probabilità di avere quella soglia di cenere, da almeno uno dei due vulcani.



## LEGGE DI POTENZA

Una legge di potenza è una relazione in cui una variazione relativa in una quantità dà luogo a una variazione relativa proporzionale nell'altra quantità, indipendentemente dalla dimensione iniziale di tali quantità. Un esempio è l'area di un quadrato in termini di lunghezza del suo lato. Se raddoppiamo la lunghezza, moltiplichiamo l'area per un fattore quattro. Allo stesso modo, se raddoppiamo la lunghezza di un lato di un cubo, moltiplichiamo il volume del cubo per un fattore otto. L'importante è che i fattori non dipendano da quanto grande sia il quadrato o il cubo iniziali.



## 4.1 - VULNERABILITÀ STRUTTURALE DEGLI EDIFICI STRATEGICI

### 4.1.1 - Considerazioni introduttive

Nei capitoli precedenti è stata illustrata la metodologia adottata per la definizione, a partire dalle CLE comunali, del Sistema strutturale di Gestione dell’Emergenza (SGE) di un Contesto Territoriale. Si è inoltre mostrata la possibilità di rappresentare il SGE come un sistema a rete, composto da nodi primari, nodi secondari, archi e una matrice delle connessioni.

È stato definito il modello di pericolosità sismica (di base e locale) adottato per la valutazione della operatività del Grafo Ottimale, cioè del sistema a rete che rappresenta il SGE. Attraverso questo modello di pericolosità si arriva, in corrispondenza di un determinato evento sismico, a definire, per ogni nodo primario e ogni arco stradale, il valore della misura di intensità sismica, espressa in termini di PGA o ASI, da utilizzare per valutare la relativa operatività a valle dell’evento sismico. Per disporre di tutti gli elementi necessari alla valutazione delle operatività del sistema a rete che rappresenta il SGE, resta da determinare il modello attraverso cui valutare la probabilità di operatività dei singoli elementi del sistema in corrispondenza delle suddette misure di intensità. Questo, a sua volta, comporta la necessità di modellare la vulnerabilità sismica degli edifici che fanno parte, direttamente o indirettamente, del SGE, cioè gli Edifici Strategici (ES) fondamentali, gli ES dei singoli Comuni e gli edifici interferenti le connessioni stradali (i cosiddetti “edifici interferenti”) il cui crollo può pregiudicare la percorribilità delle stesse.

Nel caso degli ES si deve determinare la loro curva di fragilità rispetto allo stato limite di danno, cioè si deve ottenere la funzione  $P_{(D|IM)} = \Phi(MI)$  che fornisce la probabilità che l’edificio raggiunga lo stato limite di danno per una Misura di Intensità minore o uguale a MI. Per gli edifici interferenti si dovrà fare invece riferimento a curve di fragilità per lo stato limite di collasso.

Per quanto riguarda gli ES, la determinazione della curva di fragilità avviene secondo modalità diverse, a seconda che si tratti degli ES fondamentali, degli ES comunali (COC) o degli edifici interferenti.

Per gli Edifici Strategici dei singoli Comuni (COC) si utilizzano curve di letteratura tipologiche, cioè non specifiche del singolo edificio, ma associate ad alcune sue caratteristiche generali come la tecnica costruttiva (es. muratura o cemento armato), l’anno di costruzione, il numero di piani ecc. Nello specifico sono state adottate le curve di fragilità tipologiche del Progetto Syner-G (Systemic Seismic Vulnerability and Risk Analysis for Buildings, Lifeline Networks and Infrastructures Safety Gain, <https://cordis.europa.eu/project/id/244061/reporting/it>). Curve tipologiche analoghe, ma riferite allo stato limite di collasso, sono state adottate anche per gli edifici interferenti.

Per gli ES fondamentali sono state invece costruite curve di fragilità specifiche per il singolo edificio. Per la generazione di tali curve non è stato utilizzato un classico modello agli elementi finiti non lineare, in quanto la implementazione di un tale modello avrebbe richiesto informazioni molto dettagliate sulla geometria dell’edificio e sulle caratteristiche dei materiali, con tempi e costi incompatibili con una valutazione su larga scala. Le curve di fragilità sono state pertanto generate utilizzando un modello matematico semplificato dell’edificio, di origine sperimentale, basato cioè su semplici misure di vibrazione ambientale, denominato *Seismic Model from Ambient Vibrations* (SMAV) (Spina et al. 2019, Spina et al. 2021).

Nei paragrafi successivi, dopo una sintetica presentazione del modello SMAV, si illustrerà la metodologia adottata per la generazione delle curve di fragilità degli ES fondamentali e verranno mostrati alcuni casi applicativi relativi a edifici coinvolti nella sperimentazione che ha riguardato un CT per ciascuna Regione coinvolta nel progetto.

#### 4.1.2 - Il modello SMAV

SMAV è un modello matematico in grado di simulare la risposta sismica di un edificio in muratura (Spina et al. 2019) o in cemento armato (Spina et al. 2021), sulla base dei parametri modali sperimentali della struttura identificati da semplici registrazioni di rumore ambientale ed abbinati a una conoscenza di larga massa delle caratteristiche geometrico-strutturali dell'edificio.

Per misure di vibrazioni e ambientali si intendono misure delle accelerazioni o delle velocità dell'edificio nelle normali condizioni di servizio senza l'applicazione di una specifica forzante esterna, ma fidando sulle micro-vibrazioni indotte da fattori antropici o naturali, come il traffico automobilistico nelle strade intorno all'edificio o il vento.

SMAV impiega il *Multi Rigid Polygons model* (Acunzo et al. 2018) che permette, da un lato di stimare la massa sismica associata a ciascuna forma modale, dall'altro di estrapolare la risposta dinamica dell'edificio anche in punti che non sono stati direttamente oggetto delle misure di vibrazione ambientale.

Da un punto di vista operativo, SMAV è ottenuto dividendo idealmente ciascun impalcato dell'edificio in più poligoni, che si assume abbiano un comportamento rigido nella giacitura orizzontale, e misurando le vibrazioni ambientali con due accelerometri o velocimetri biassiali in punti estremi di ciascuno di questi poligoni. Si utilizzano accelerometri biassiali perché in SMAV non è considerata la componente verticale di accelerazioni e spostamenti. Una volta estratte le frequenze naturali e le relative forme modali dai segnali registrati, utilizzando una delle svariate tecniche di analisi modale operativa disponibili anche su software commerciali, le forme modali sono espresse in termini di gradi di libertà rigidi di ciascun poligono (due traslazioni orizzontali e una rotazione) rispetto al proprio baricentro, in cui sono anche concentrate le proprietà inerziali dell'edificio. In questo modo è possibile calcolare la matrice di massa della strut-

tura e ottenere le masse sismiche associate a ciascuna frequenza naturale. Il risultato finale è un modello modale dell'edificio, in cui ciascun modo è descritto da frequenza naturale, rapporto di smorzamento (rispetto al valore critico) e masse modali, da cui si ricavano i coefficienti di partecipazione sismica. Il modello lineare così ottenuto fornisce la risposta sismica dell'edificio per sovrapposizione modale, inizialmente espressa attraverso i gradi di libertà rigidi dei poligoni, e poi, per mezzo di una semplice trasformazione lineare, nei gradi di libertà ordinari dei punti dell'edificio (anche non direttamente oggetto delle misure) che si trovano lungo il perimetro di ciascun impalcato dell'edificio.

È noto che uno degli aspetti principali che caratterizzano la risposta sismica di un edificio è la sua non linearità, spesso abbinata a danneggiamento, che si manifesta fra l'altro in una diminuzione progressiva delle frequenze naturali. Al fine di considerare tale comportamento non lineare, il modello SMAV include le cosiddette *Frequency Shift Curve* (FSC), che permettono di correlare la massima deformazione dell'edificio durante un terremoto (espressa come spostamento relativo del tetto rispetto al suolo) con il decremento delle sue frequenze naturali.

Definito l'input sismico con una coppia di accelerogrammi o di spettro di risposta, secondo le due direzioni (orizzontali) principali dell'edificio, la conseguente risposta sismica è calcolata da SMAV per sovrapposizione modale attraverso un'analisi lineare equivalente. Si tratta di un algoritmo iterativo in cui, partendo dalle frequenze naturali identificate dalle misure di rumore ambientale, a ogni passo si calcolano gli spostamenti della struttura e si variano le frequenze naturali utilizzando le *Frequency Shift Curve* (FSC), fino al raggiungimento di determinate condizioni di convergenza. Alla fine del processo si ottengono i massimi drift di interpiano dell'edificio, che permettono a loro volta di valutare la probabilità che l'edificio sia operativo dopo il sisma.

Per determinare tale probabilità detta Indice

di Operatività strutturale (IOPS), si eseguono le analisi secondo tre differenti FSC, i cui valori hanno rispettivamente il 16%, il 50% e l'80% di essere superati. La combinazione dei risultati ottenuti nelle tre analisi permette di costruire la curva di densità di probabilità del massimo drift di interpiano, che insieme alla curva di probabilità cumulata dello stato di operatività, come funzione del massimo drift di interpiano, permette di calcolare IOPS.

#### 4.1.3 - Metodologia per la costruzione delle curve di fragilità

In questo paragrafo viene brevemente illustrata la metodologia adottata per il calcolo della curva di fragilità di un edificio, a partire dalla costruzione del suo modello SMAV.

In accordo con tutte le metodologie che costruiscono le curve di fragilità utilizzando un modello matematico della struttura, lo schema logico per la costruzione della curva può essere diviso in tre fasi: i) definizione dell'input sismico, ii) definizione del modello matematico ed esecuzione delle analisi (utilizzando gli input sismici definiti nella fase i), iii) elaborazione dei risultati delle singole analisi. Come illustrato nel paragrafo precedente, SMAV necessita di un input sismico costituito da una coppia di accelerogrammi o di spettri di risposta, che devono essere applicati secondo le due direzioni orizzontali principali (x e y) della struttura. Limitandoci a considerare il caso in cui l'input sia fornito sotto forma di spettri di risposta, la metodologia qui descritta può essere applicata sia nel caso si parta da un insieme di accelerogrammi, e quindi di spettri, naturali, sia nel caso si parta da spettri di risposta generati per via numerica (spettri sintetici).

Una volta assegnato un certo insieme di coppie di spettri di risposta (naturali o sintetici), eseguite le analisi lineari equivalenti con il modello SMAV e raccolti i conseguenti risultati, in termini di condizioni di operatività dell'edificio, la curva di fragilità è costruita utilizzando la tecnica della *Multiple Stripes Analysis* (MSA) (Baker, 2015).

La caratteristica peculiare delle curve di fragilità, che ne costituisce nello stesso tempo un limite e una potenzialità, è quella di fornire la probabilità di un certo livello di danno in funzione di un unico parametro (Misura di Intensità-*MI*) in cui è sintetizzato l'intero input sismico (accelerogramma, o spettro di risposta), applicato alla struttura. Nella metodologia adottata si considerano due diverse *MI*. La prima, che è anche quella più comunemente utilizzata in ingegneria sismica è la *Peak Ground Acceleration* (PGA), cioè il massimo valore assoluto dell'accelerogramma, che coincide con il valore dello spettro di risposta in accelerazione per  $T=0$ , dove  $T$  è il periodo proprio.

La seconda *MI* utilizzata è il parametro ASI o *Acceleration Spectrum Intensity*:

$$ASI_{(T_1-T_2)} = \int_{T_1}^{T_2} S_a(\xi, T) dT \quad (4.1)$$

Nella eq. (4.1),  $S_a$  è lo spettro di risposta delle pseudo-accelerazioni,  $\xi$  è il rapporto smorzamento rispetto al valore critico (assunto convenzionalmente pari a 0.05),  $T$  il periodo di oscillazione,  $T_1$  e  $T_2$  rappresentano gli estremi dell'intervallo di periodi considerati per il calcolo dell'integrale definito. Questo parametro include gli effetti dell'ampiezza e del contenuto in frequenza del segnale.

Ai fini dell'utilizzazione dei risultati all'interno per la generazione delle curve di fragilità, si adottano come estremi di integrazione, gli stessi periodi di interesse adottati nel calcolo del parametro *HSM* (Mori et al., 2019) espressi in funzione del numero di piani in elevazione degli edifici:

$T_1=0.1$  e  $T_2= 0.5$  sec per edifici con 1-3 piani.

$T_1=0.4$  e  $T_2= 0.8$  sec per edifici con 4-6 piani.

$T_1=0.7$  e  $T_2= 1.1$  sec per edifici con un numero di piani maggiore di 6 o isolati alla base.

In ogni caso, sia che si scelga la PGA, sia che si utilizzi l'ASI, dopo aver calcolato la  $MI$  di ciascuno dei due spettri di risposta applicato al modello SMAV, e ottenuto così il vettore  $[MI_x, MI_y]$  per costruire la curva di fragilità, occorre condensare il vettore delle  $MI$  in un unico valore scalare. In genere si considera la media geometrica delle due componenti:

$$MI = \sqrt{MI_x \cdot MI_y} \quad (4.2)$$

Si illustrano nel seguito con maggior dettaglio come si articolano le singole fasi della metodologia.

### Fase 1 - Definizione dell'input sismico

Si definisce un insieme di spettri di risposta, naturali o sintetici. Poiché la curva di fragilità sarà costruita in accordo a quanto previsto dalla *Multiple Stripes Analysis*, al fine di ottenere una curva affidabile per tutte le intensità sismiche ( $MI$ ), è necessario selezionare i singoli input sismici in modo che il loro insieme sia caratterizzato dalla stessa numerosità di spettri per ogni sotto-intervallo di intensità sismica in cui è stato suddiviso l'intero intervallo di intensità sismica considerato.

### Fase 2 - Analisi lineari equivalenti con modello SMAV ed elaborazione statistica dei risultati

In corrispondenza a ciascun input sismico dell'insieme, viene eseguita l'analisi lineare equivalente con il modello SMAV dell'edificio, secondo la FSC che ha il 50 % di probabilità di essere superata (curva mediana). Il risultato di ciascuna analisi è il massimo drift di interpiano dell'edificio  $\delta_{MAX}$ . Fissato, in base alla tipologia strutturale, il valore deterministico del drift di interpiano che definisce la soglia per il livello di danno  $D$  considerato, il danno  $D$  si considera raggiunto se il drift di interpiano massimo è maggiore o uguale a tale soglia, non raggiunto in caso contrario.

### Fase 3 - Costruzione della Curva di Fragilità

In genere, le curve di fragilità sono funzioni che forniscono la probabilità ( $P$ ) di superare un certo livello di danno ( $D$ ), o un determinato stato limite, per un certo valore della misura di intensità. Nella metodologia adottata, la costruzione delle curve di fragilità è basata su due assunzioni fondamentali: i) il raggiungimento del livello di danno  $D$  si ha se (e solo se)  $\delta_{MAX} \geq \delta_L$ , dove il valore  $\delta_L$ , diverso a seconda della tipologia strutturale, rappresenta appunto il valore di soglia del massimo drift di interpiano per il danno  $D$ ; ii) la probabilità  $P$  è caratterizzata da una distribuzione log-normale. La curva di fragilità è quindi definita dalla seguente equazione:

$$P_{(D|MI)} = \Phi\left(\frac{\ln(MI/\theta)}{\beta}\right) \quad (4.3)$$

Dove:

- $\Phi$  è la distribuzione lognormale di probabilità cumulata;
- $\theta$  è il valore medio of  $\Phi$ ;
- $\beta$  è la deviazione standard di  $\ln(MI)$ .

Nella metodologia adottata la funzione  $P_{(D|MI)}$  è determinata utilizzando il metodo della *Multiple Stripes Analysis* che valuta il comportamento strutturale in un numero discreto di intorno di misure di intensità  $MI$  di ampiezza  $\Delta$ :  $(MI-\Delta/2, MI+\Delta/2)$ . Per ciascuno di tali intorno, viene calcolata il massimo drift di interpiano per un adeguato numero di input, la cui misura di intensità rientra nell'intorno di  $MI$  (PGA nel nostro caso). Per ciascun valore di  $MI$  il risultato è quindi espresso come percentuale di input sismici che causa un valore di drift di interpiano maggiore di  $\delta_y$  e quindi provoca il raggiungimento dello stato di danno  $D$  considerato. In ultimo, si esegue un fitting dei risultati secondo il metodo della massima verosimiglianza (maximum likelihood) e si determinano i parametri  $\theta$  e  $\beta$  che definiscono  $\Phi$ .

## STRUTTURE VERTICALI

Anno di costruzione	N.I.	Muratura qualità cattiva			Muratura di qualità buona			Muratura mista (muratura+c.a.)		Calcestruzzo armato	
		Numero Piani ≤ 3		N. Piani >3	Numero Piani ≤ 3		Numero Piani >3	Numero Piani ≤ 3	Numero Piani > 3	CON piano pilotis	SENZA piano pilotis
		SENZA cordoli e catene	CON cordoli e catene		SENZA cordoli e catene	CON cordoli e catene					
N.I.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≤ 1919		A	B	A	B	C1	B	B	A	-	-
1919-1945	-	A	B	A	B	C1	B	B	A	-	-
1945-1982	-	B	C1	B	C1	D1	C1	C1	B	B	C2
> 1982	-	C1	D1	C1	D1	D1	D1	C1	C1	C2	D2

### > Tabella 4.1

Classi di vulnerabilità utilizzate per le curve di fragilità degli edifici interferenti. (N.I. = Non Identificato, 1982 = anno della classificazione sismica).

### 4.1.4 - Probabilità di operatività di un arco stradale per crollo di edifici interferenti

Per valutare la probabilità che il crollo degli edifici interferenti provochi l'interruzione di un arco stradale, si utilizzano curve di fragilità di letteratura relativa ai livelli di danno D4 e D5, corrispondenti al collasso strutturale cioè a crollo totale o parziale dell'edificio. Sulla base di informazioni ricavabili dalle singole CLE comunali, come anno di costruzione, tipologia costruttiva e numero di piani, gli edifici interferenti con gli archi stradali sono divisi in classi di vulnerabilità (A, B, C1, C2, D1 e D2) secondo quanto mostrato nella Tabella 4.1.

Per edifici interferenti si intendono quegli edifici che, per altezza e distanza dalla sede stradale, sono potenzialmente in grado, in caso di crollo parziale o totale, di ingombrare la sede stradale riducendola fino a renderla inutilizzabile per il passaggio di autoveicoli.

Noto il numero di edifici interferenti appartenenti a ciascuna classe di vulnerabilità  $ci$  e nota la misura di intensità (ad esempio la PGA) al nodo baricentrico dell'arco, è possibile calcolare, utilizzando le suddette curve di fragilità di letteratura, la probabilità di collasso (cioè di danno da D4 a D5) di ciascun edificio appartenente a una certa classe di vulnerabilità. Combinando tali probabilità, sotto l'ipotesi che i collassi dei singoli edifici siano eventi statisticamente indipendenti, si ottiene la probabilità di operatività dell'arco, cioè la probabilità che nessuno degli edifici interferenti collassi sulla sede strada-

le rendendola non operativa. Tale probabilità è espressa dalla seguente equazione:

$$OP_{arco} = \prod_{i=1}^{N_{classi}} [1 - P_{ci}(D_4, D_5 | MI)]^{NP_i} \quad (4.4)$$

Dove:

$1 - P_{ci}(D_4, D_5 | MI)$  è la probabilità che un edificio appartenente alla classe di vulnerabilità  $ci$  subisca un crollo parziale o totale per un terremoto caratterizzato da una misura di intensità  $MI$ ;  $NP_i$  è il numero di edifici interferenti appartenenti alla classe di vulnerabilità  $ci$ ; mentre il simbolo  $I$  indica che, per calcolare la probabilità di operatività complessiva dell'arco, va eseguito il prodotto delle probabilità relative a tutte le  $N_{classi}$  di vulnerabilità presenti fra gli edifici interferenti.

### 4.1.5 - Esempi applicativi

In questo paragrafo si mostrano, a titolo di esempio, tre casi applicativi relativi a tre edifici simili per tipologia strutturale (edifici con struttura telaio in cemento armato di due piani) e per funzione strategica.

Si tratta delle stazioni dei Vigili del Fuoco di:

- Castellaneta (TA) - (Figura 4.1);
- Rossano (CS) - (Figura 4.2);
- Pescopagano (PZ) - (Figura 4.3).



> **Figura 4.1**  
Stazione VVF di Castellana.



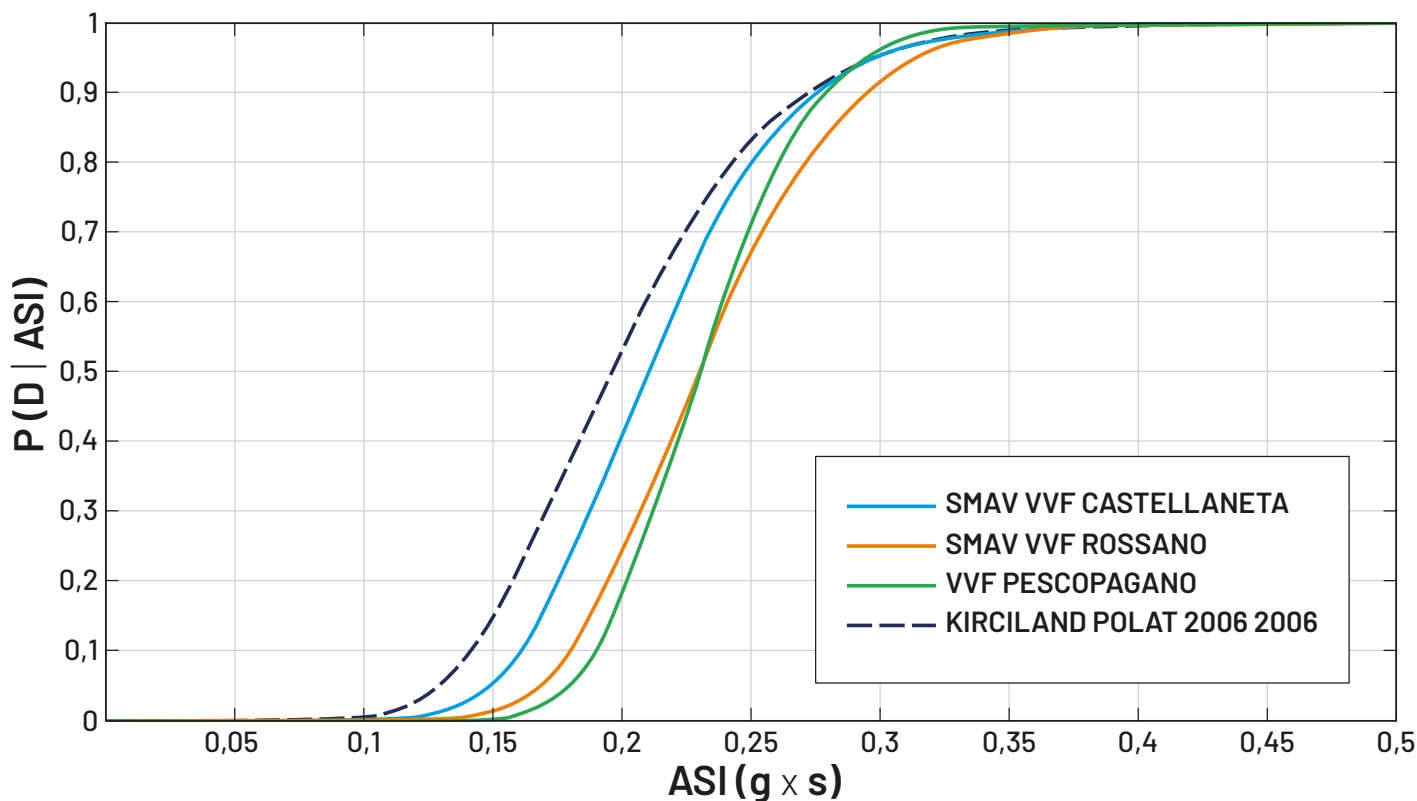
> **Figura 4.2**  
Stazione VVF di Rossano.



> **Figura 4.3**  
Stazione VVF di Pescopagano.

La Figura 4.4 mostra sovrapposte le curve di fragilità (relative allo stato di danno D2) generate i tre edifici insieme alla relativa curva tipologica, presa da Kircil e Polat (2006). Le curve relative ai tre edifici sono state generate seguendo la metodologia decritta nel Paragrafo 4.1.3, utilizzando ASI come misura di intensità. L'input sismico utilizzato è costituito da 450 coppie di accelerogrammi naturali ricavati dall'*European Strong Motion Databa-*

*se*. Si osserva come le curve SMAV siano tutte a destra rispetto alla curva tipologica, che quindi sovrastima la vulnerabilità degli edifici. Per esempio, mentre secondo la curva tipologica si ha una probabilità 0.5 di danno D2 per un ASI  $\geq 0.196$  gs, per gli edifici di Castellana, Rossano e Pescopagano la probabilità 0.5 corrisponde invece a valori di ASI maggiori o uguali di 0.21, 0.23 e 0.23 rispettivamente.



> Figura 4.4

Confronto fra le curve di fragilità SMAV dei tre edifici e quelle relative alla tipologia di appartenenza.

#### 4.2 - VULNERABILITÀ DEL SISTEMA INFRASTRUTTURALE: IL GRAFO OTTIMALE

Come ampiamente illustrato nella Parte Prima e nel § 2.1, un Contesto Territoriale (CT) è in genere costituito da più Comuni, per ognuno dei quali sia disponibile un'analisi delle Condizioni Limite per l'Emergenza (CLE), nella quale, fra l'altro, sono identificati gli Edifici Strategici (ES), le Aree di Emergenza (AE) e le Infrastrutture di Accessibilità e Connessione. L'analisi della CLE di CT non è la semplice unione delle CLE relative ai singoli Comuni costituenti. Infatti, da un lato gli ES e le AE del CT saranno un sottoinsieme di quelli derivati dall'unione delle CLE comunali, dall'altro dovranno essere definite nuove Infrastrutture di Connessione tra elementi situati in Comuni diversi e Infrastrutture di Accessibilità riferite ai punti di accesso del CT dall'esterno.

Una volta creata la CLE di CT (si veda il § 2.1) e individuato il Sistema strutturale di Gestione dell'Emergenza (SGE), quest'ultimo può essere rappresentato attraverso un grafo (si veda quadro di approfondimento Grafi e sistemi a rete) in cui gli ES, le AE e i punti di accesso corrisponderanno ai nodi principali o strutturali, mentre gli archi del grafo, che nel loro insieme collegano i nodi strutturali, rappresenteranno le varie Infrastrutture di Connessione (cioè tratti stradali, ponti, ecc).

In questo capitolo viene presentato il software softGOCT (GOCT: Grafo Ottimale Contesto

Territoriale), sviluppato all'interno del progetto con l'obiettivo di ottimizzare, in modo automatico, il grafo del SGE, con riferimento alle sole Infrastrutture di Connessione, lasciando cioè fissi i nodi strutturali. Come sarà illustrato nel seguito, nel selezionare i percorsi del grafo, softGOCT considera tutte le connessioni stradali esistenti, ricavandole dalla base dati di OpenStreetMap, ma fa anche specifico riferimento alle CLE comunali di CT, conferendo un grado di priorità più o meno elevato alle connessioni stradali previste dalla CLE comunale nella scelta dei percorsi ottimali.

La ottimizzazione del grafo è pensata in funzione del successivo calcolo dell'Indice di Operatività del Contesto Territoriale (*IOCT*), per il quale si rimanda al § 5.2.

In questa sede è sufficiente ricordare che, nel calcolo di *IOCT*, uno dei requisiti fondamentali del SGE è che alcune coppie di nodi strutturali siano fra loro connesse, cioè esista almeno un percorso del grafo che permetta di andare da un nodo all'altro, e questo, ovviamente, sia nelle normali condizioni di servizio, sia immediatamente dopo un evento sismico catastrofico, cioè nella fase di gestione dell'emergenza.

Per questo motivo, nella definizione del SGE, la scelta delle Infrastrutture di Connessione da includere nel grafo ha una notevole influenza sul valore finale di *IOCT*.

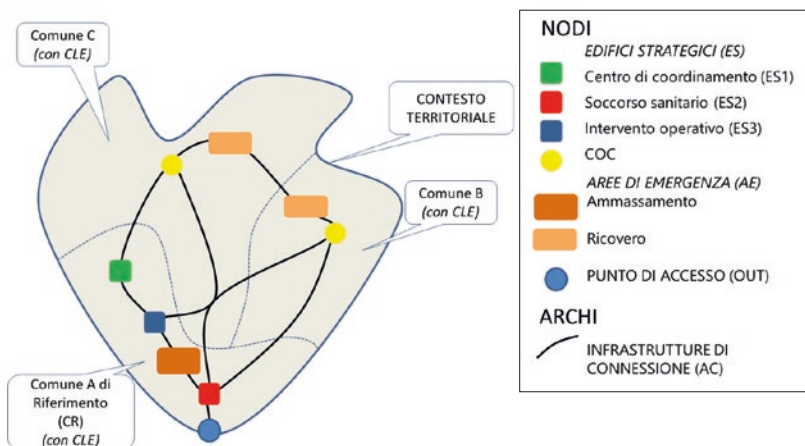
Si comprende quindi l'importanza di poter disporre di un software come softGOCT, in grado di selezionare in modo automatico quelle

Infrastrutture di Connessione, che garantiscano la massima efficienza del collegamento fra i nodi strategici, sia in condizioni di servizio, sia nella fase di gestione dell'emergenza.

#### 4.2.1 - Rappresentazione matematica del Sistema di Gestione dell'Emergenza

Il grafo del Sistema strutturale di gestione dell'emergenza di CT (Figura 4.5) è costituito dai seguenti elementi:

- $N_p$  nodi primari, ciascuno dei quali rappresenta un Edificio Strategico, un'Area di Emergenza (AE\_amm e AE\_ric) o un Punto di Accesso al CT dall'esterno;



> **Figura 4.5**  
Il Sistema strutturale di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale (CT).

- $N_s$  nodi secondari, ciascuno dei quali rappresenta un punto del grafo in cui confluiscono due o più archi, ma che non rappresenta né un Edificio Strategico, né una Area di Emergenza, né una Infrastruttura di Accesso;
- $N_a$  archi o rami, che collegano una coppia di nodi, ciascuno dei quali rappresenta un'Infrastruttura di Connessione (e.g. tratto stradale o ponte) con caratteristiche omogenee.

Nella rappresentazione matematica del SGE, a ciascun arco  $h$  sono associate due proprietà fondamentali: la lunghezza  $L_h$  e la velocità di percorrenza  $v_h$ , che determina a sua volta il tempo di percorrenza  $T_h=L_h/v_h$ . Un percorso tra due nodi primari è una qualsiasi successione di archi consecutivi che li collega.

Il modello matematico del SGE è completato dalla cosiddetta matrice di connessione, che stabilisce quali coppie di nodi primari devono essere connesse da almeno un percorso, sia in condizioni di servizio che in fase di gestione dell'emergenza, cioè dopo un evento catastrofico. La matrice di connessione è una matrice quadrata  $N_p \times N_p$ , il cui elemento  $\mu_{ij}$  è 1 se i nodi strutturali  $i$  e  $j$  devono essere connessi e 0 in caso contrario.

#### 4.2.2 - L'individuazione del Grafo Ottimale con softGOCT

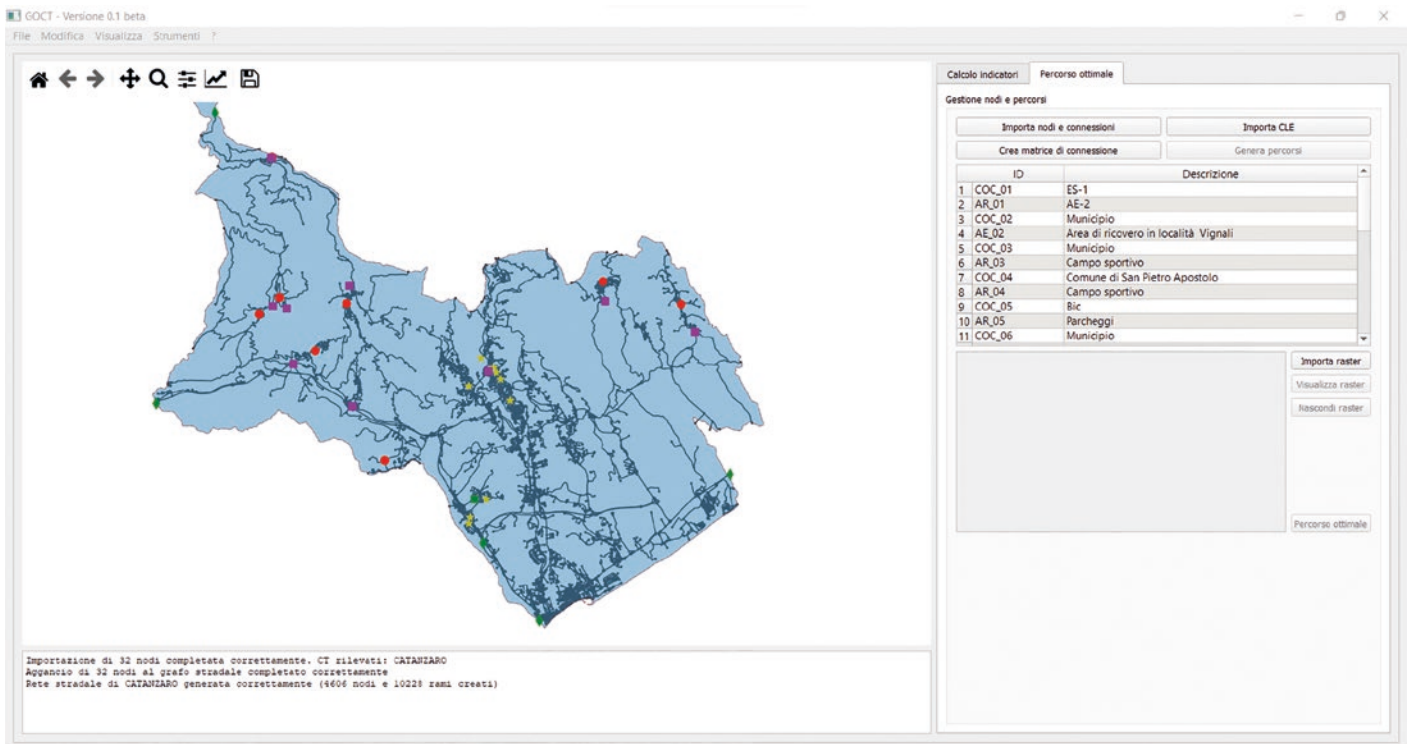
Il software softGOCT è stato concepito pensando al suo futuro utilizzo da parte di tecnici delle amministrazioni regionali e locali. Per tale motivo esso è stato sviluppato utilizzando software e basi dati "open source": Python per il linguaggio di programmazione, con librerie LGPL o MIT, concesse con licenza libera e gratuita, e Open Street Map come base dati per le informazioni sulla rete stradale.

Sempre nell'ottica di facilitarne e diffonderne l'utilizzo, esso è stato dotato di una semplice interfaccia grafica (Figura 4.6) attraverso la quale si possono importare i dati, lanciare le diverse elaborazioni e visualizzare dati e risultati in modo geo-referenziato, attraverso un visualizzatore integrato nel programma. Il software inoltre è compatibile, sia in importazione che esportazione, con i principali formati sia commerciali (Excel e Shapefile) che open source (Open office e Geopackage). Infine, il software è in grado di geo-referenziare tutte le informazioni e tutti gli oggetti fisici necessari alla costruzione del grafo, con i loro attributi, e di restituire il tutto graficamente attraverso un visualizzatore integrato.

Nel seguito saranno descritti i diversi passi attraverso i quali softGOCT costruisce il Grafo Ottimale del SGE.

Tutte le informazioni sui nodi primari del grafo sono inizialmente importate da un foglio elettronico. La matrice di connessione può essere importata da un file Excel oppure può essere generata automaticamente dal pro-





> **Figura 4.6**  
 Interfaccia grafica del  
 software softGOCT.

gramma sulla base della denominazione dei nodi principali (ES, COC, AE, ...).

Dalle coordinate geografiche dei nodi primari softGOCT individua il CT coinvolto (o i CT coinvolti, nel caso vi siano uno o più Edifici Strategici fondamentali, ES2 o ES3, posizionati geograficamente fuori dal CT analizzato), procede quindi a importare da Open Street Map l'informazione sull'intera rete delle strade carrabili e a posizionare i nodi primari all'interno di tale rete stradale, definendo anche i nodi secondari, come i punti in cui confluiscono più rami stradali. Si ottiene quindi quello che chiameremo il grafo di partenza.

Per ciascun ramo  $h$  del grafo di partenza viene calcolata la lunghezza  $L_i$  e, in base alla tipologia della strada, è assegnata la velocità di percorrenza  $v_h$  e calcolato il relativo tempo di percorrenza  $T_h$ .

Definito quindi, attraverso il software softGOCT, un grado di ridondanza  $k$ , in genere è assunto pari a 2, per ciascuna coppia di nodi  $ij$  da connettere, sono selezionati i  $k$  percorsi con le minime lunghezze totali e i  $k$  percorsi con i minimi tempi di percorrenza, ottenuti come somma delle lunghezze o dei tempi dei singoli rami componenti, per un massimo di  $2k$  percorsi (che si raggiunge quando l'insieme di percorsi a minima lunghezza e a minimo tempo di percorrenza non hanno elementi in comune).

Tali percorsi sono individuati applicando in modo iterativo l'algoritmo di Dijkstra, secondo i due diversi criteri di minimo. L'algoritmo permette infatti di individuare, per ogni ite-

razione, i percorsi di minima lunghezza e di minimo tempo di percorrenza tra le coppie di nodi  $ij$  da connettere. Se, a ogni iterazione, si escludono dalla ricerca tutti i percorsi individuati nelle iterazioni precedenti per quel criterio di minimo, il risultato finale alla  $k$ -esima iterazione fornirà appunto i  $k$  percorsi con le minime lunghezze totali e i  $k$  percorsi con i minimi tempi di percorrenza.

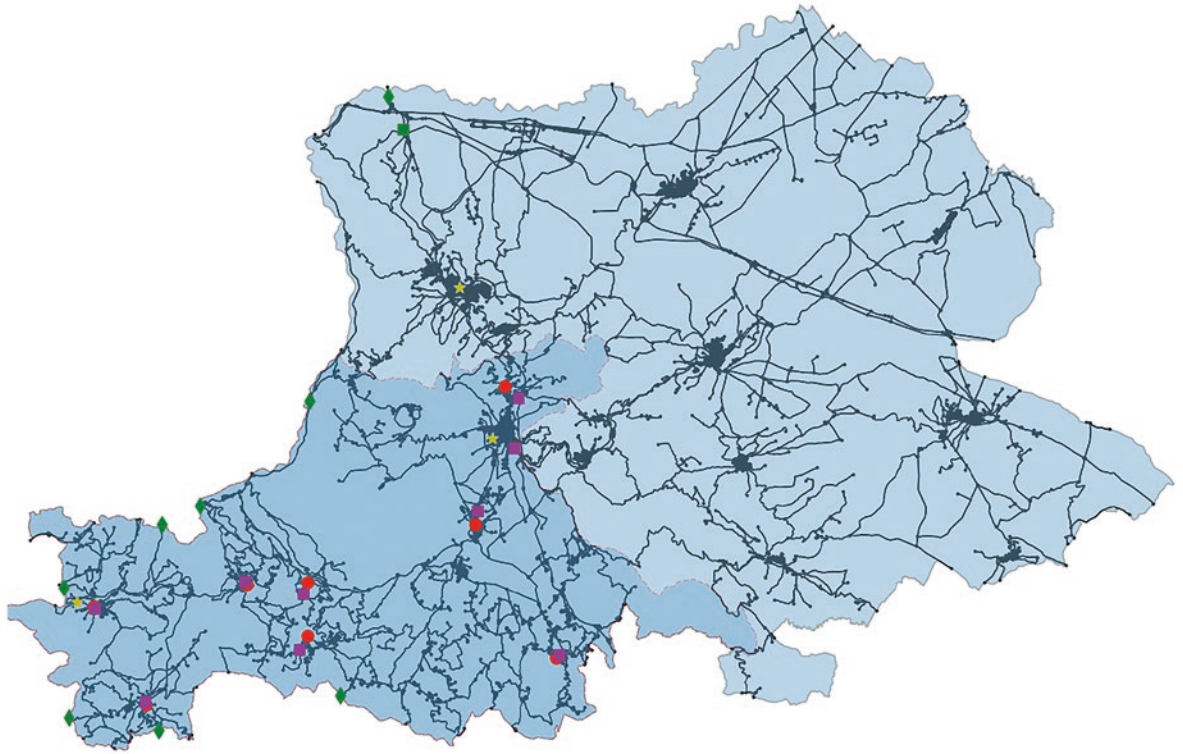
Il calcolo dei percorsi ridondanti può essere effettuato utilizzando 3 livelli di approccio nei confronti delle CLE comunali eventualmente importate nel programma:

- approccio a priorità assoluta di CLE;
- approccio a priorità parziale di CLE;
- approccio a priorità nulla di CLE.

Se i percorsi ridondanti vengono generati utilizzando un approccio a priorità assoluta di CLE, il software cercherà di collegare le origini e le destinazioni utilizzando, dove possibile, i soli rami appartenenti alla CLE. Scegliendo invece l'approccio a priorità parziale di CLE, il software collega le origini e le destinazioni andando a privilegiare i rami appartenenti alle CLE comunali, ma in maniera meno stringente rispetto al criterio precedente. In ultimo, utilizzando un approccio a priorità nulla di CLE, come suggerito dal nome, verrà effettuata una generazione secondo un criterio puramente di ottimizzazione di lunghezze e tempi di percorrenza, ignorando l'informazione relativa all'appartenenza o meno dei rami alle CLE comunali.

> **Figura 4.7**

Grafo iniziale generato per il CT di Rionero in Vulture e sovrapposizione dei nodi strategici importati.



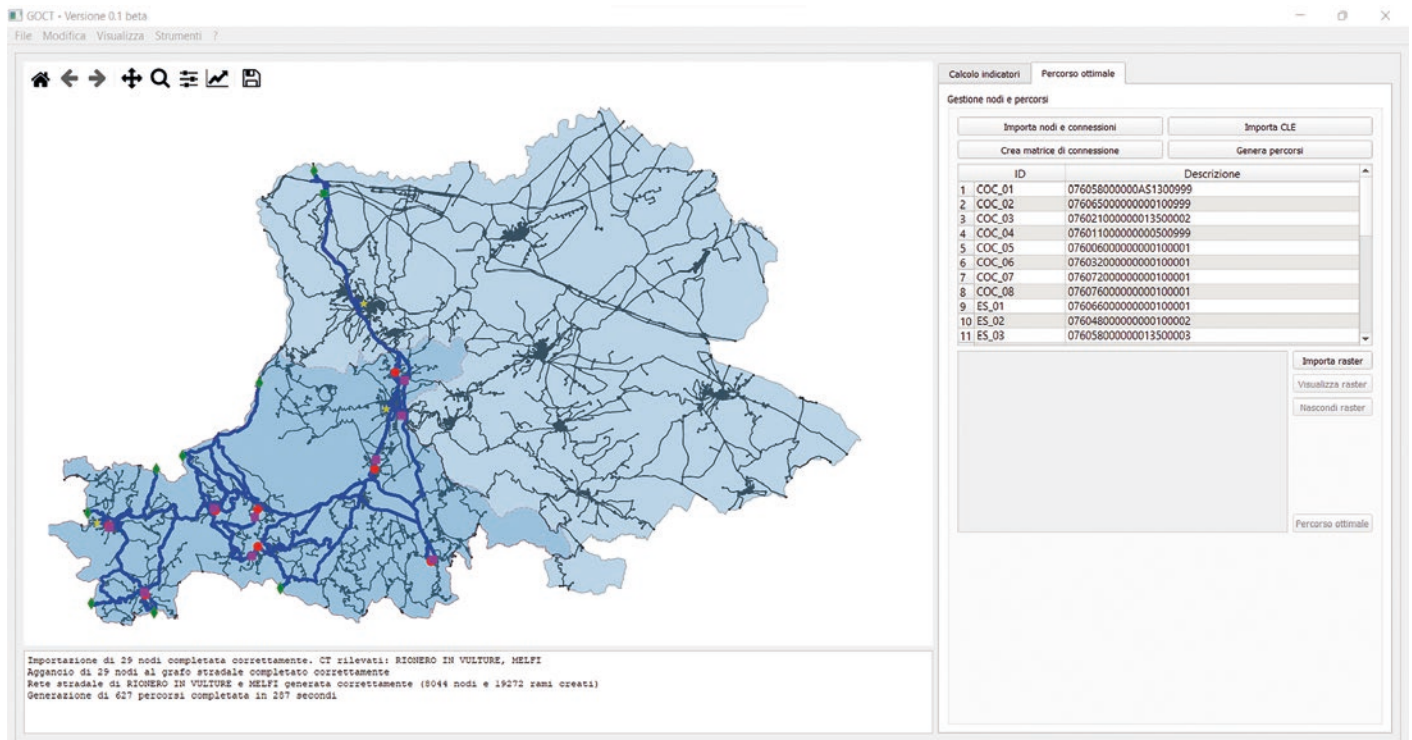
Al termine di questo processo resta quindi definito un grafo di complessità intermedia, che chiameremo **grafo intermedio**, più semplice dal punto di vista delle connessioni, rispetto a quello di partenza, ma che necessita di una ulteriormente riduzione, per arrivare al Grafo Ottimale caratterizzato da un solo percorso per ogni coppia di nodi  $ij$  da connettere. Questa ulteriore riduzione del grafo è operata considerando l'operatività della rete stradale del SGE in caso di evento sismico. La probabilità di operatività del SGE, cioè di

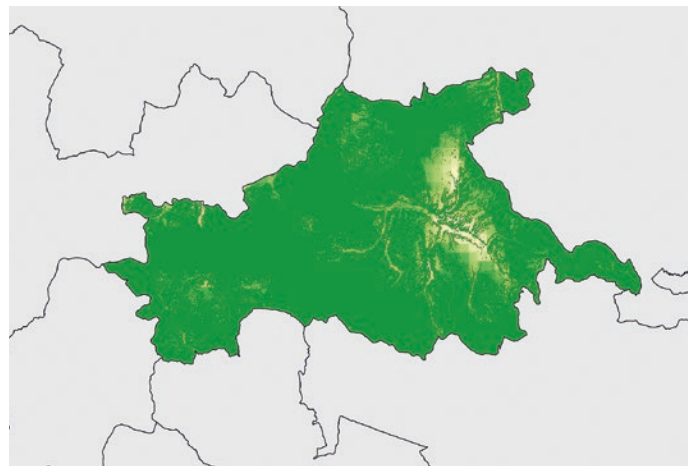
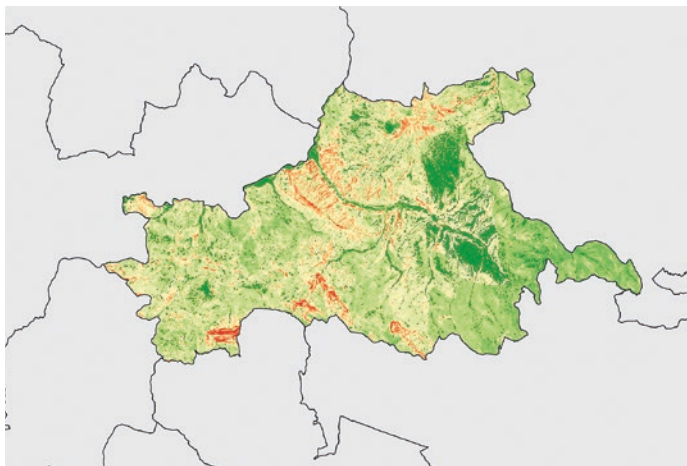
effettiva percorribilità dei rami stradali del grafo, è attualmente associata al verificarsi di tre fenomeni cosmici: 1) frane sismo-indotte, 2) liquefazione dei terreni, 3) crollo di edifici interferenti.

Per un approfondimento su frane e liquefazioni si rimanda al § 3.2, mentre per la trattazione degli edifici interferenti si rimanda al § 4.1. È importante sottolineare che softGOCT consente di calcolare la probabilità di operatività del SGE associata a qualsiasi tipo di pericolosità (sismica, vulcanica, geo-idrologica, ecc.),

> **Figura 4.8**

Il grafo intermedio con i percorsi ridondanti tra i nodi strategici del CT di Rionero in Vulture.





> **Figura 4.9**  
 Probabilità di accadimento di frane sismo indotte (sinistra) e liquefazioni dinamiche (destra) del CT di Rionero in Vulture.

se resa disponibile nel formato numerico opportuno. Al software softGOCT sono quindi fornite in input, in modo geo-referenziato secondo una maglia discreta regolare, le probabilità di accadimento di ciascuno dei tre fenomeni cosismici considerati, per una misura di intensità sismica (e.g. PGA, *Peak Ground Acceleration*) in superficie, corrispondente a un periodo di ritorno 475 anni. La probabilità di accadimento di un determinato fenomeno cosismico, associata a un singolo ramo, viene calcolata campionando i valori presenti sulla maglia regolare per ognuno dei punti intermedi che individuano i tratti in cui è stato discretizzato il ramo in considerazione. La media pesata, secondo la lunghezza dei tratti, di tale probabilità viene detta l'impedenza del ramo, associata al fenomeno cosismico considerato.

In generale quindi a ciascun ramo  $h$  del grafo intermedio saranno attribuiti tre valori di impedenza:  $I_h^f$ ,  $I_h^l$  e  $I_h^c$ , relativi rispettivamente alle frane sismo-indotte, alla liquefazione dei terreni e al crollo di edifici interferenti. L'impedenza complessiva attribuita al ramo sarà quindi fornita dalla seguente relazione:

$$I_h = 1 - (1 - I_h^f)(1 - I_h^l)(1 - I_h^c) \quad (4.5)$$

In cui  $I_h$  rappresenta la probabilità che si verifichi almeno uno dei tre fenomeni nell'ipotesi assumendo che i tre fenomeni cosismici siano stocasticamente indipendenti.

Per ciascuna coppia di nodi  $ij$  (per la quale  $\mu_{ij}=1$ ) viene quindi selezionato come unico percorso da includere nel Grafo Ottimale quello, tra i percorsi presenti nel grafo intermedio, che minimizza il tempo di percorrenza modificato per tener conto delle impedenze

legate ai fenomeni cosismici, utilizzando la seguente espressione:

$$T_p^* = \sum_{h=1}^{n_p} T_h / I_h \quad (p=1, \dots, 2k) \quad (4.6)$$

Dove  $n_p$  è il numero di rami del  $p$ -esimo percorso.

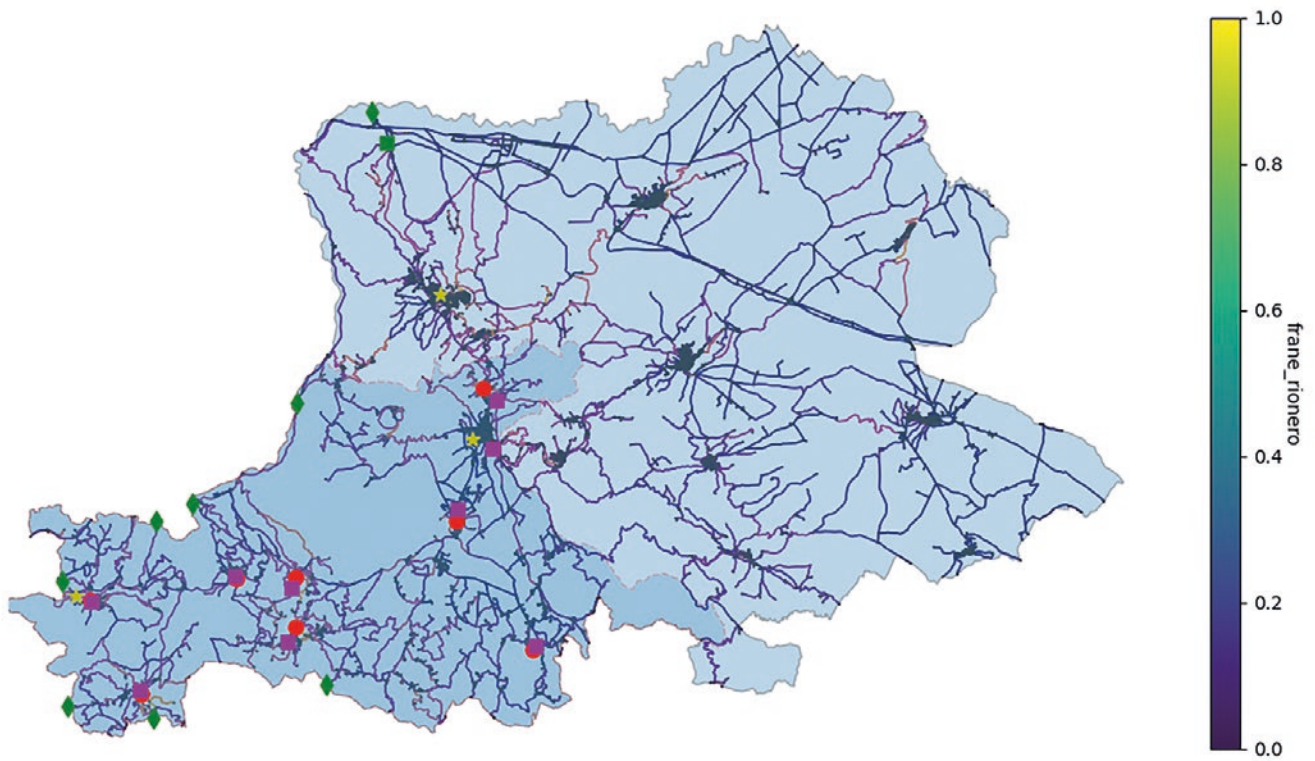
#### 4.2.3 - Esempi di applicazione: il CT di Rionero in Vulture

La procedura di generazione dei percorsi ottimali è stata sperimentata su diversi CT delle cinque Regioni coinvolte nel progetto. A titolo di esempio si descrive brevemente l'applicazione relativa al CT di Rionero in Vulture. Il CT di Rionero in Vulture è composto da 9 Comuni. Il relativo grafo contiene 29 nodi primari: 8 ES-COC, 3 ES fondamentali, 9 Aree di Ricovero, un'Area di Ammassamento e 8 punti di accesso al CT.

Poiché uno dei nodi primari (ES2) si trova all'interno di un CT adiacente (Melfi), al termine dell'importazione dei nodi strategici è stato generato il grafo iniziale (Figura 4.7) per entrambi i CT di Rionero in Vulture e di Melfi. Il grafo iniziale è costituito complessivamente da un totale di 7979 nodi (tra primari e secondari) e di 19037 rami. La lunghezza complessiva dei rami stradali carrabili è pari a 4503 km. Per la generazione del grafo intermedio (Figura 4.8) si è scelto una ridondanza  $k=3$ .

Al termine dell'operazione sono stati generati 627 percorsi con un tempo di elaborazione pari a 259 secondi.

In questa applicazione, per il calcolo delle impedenze dei rami sono stati considerati come effetti cosismici solo le frane sismo-indotte e le liquefazioni dinamiche, senza includere anche il crollo degli edifici interferenti.

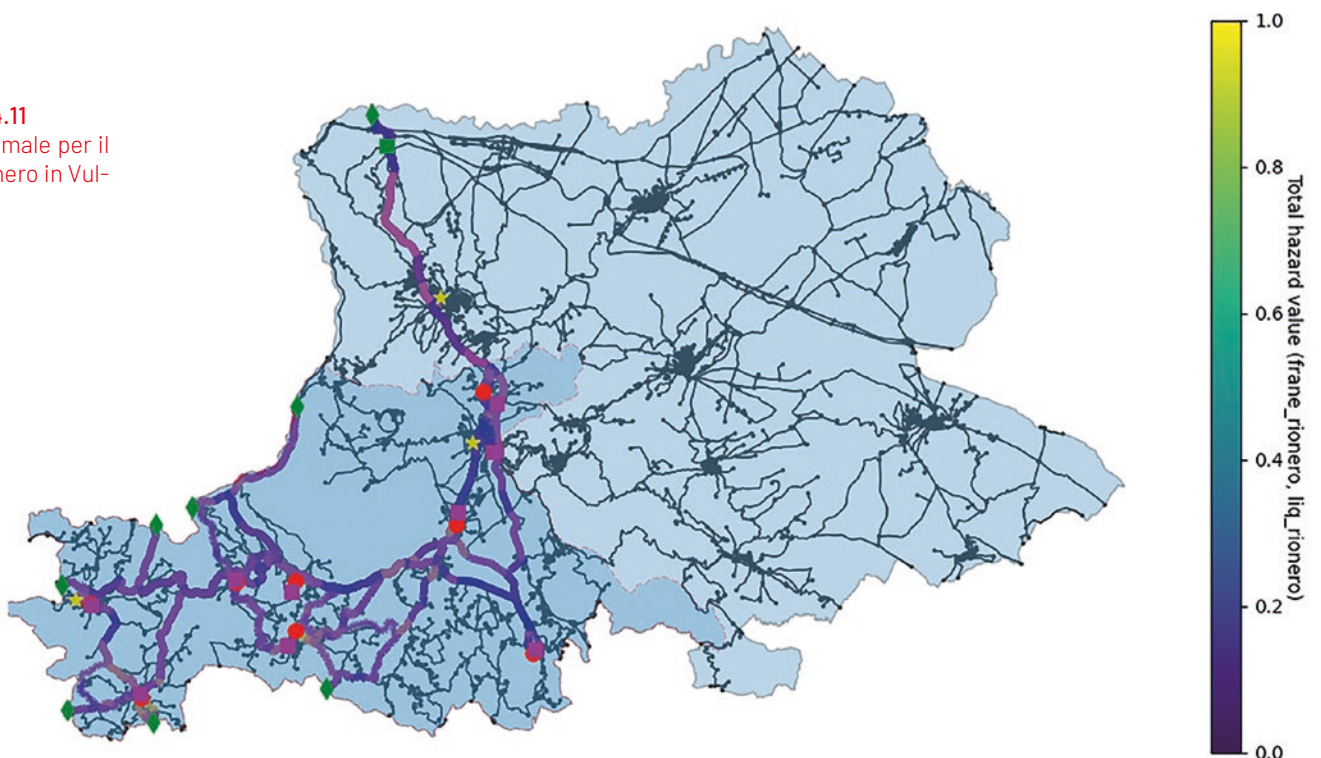


> **Figura 4.10**  
Il grafo delle impedenze complessive dei rami per il CT di Rionero in Vulture.

Una rappresentazione grafica delle probabilità di accadimento dei due fenomeni cosismici considerati è fornita in Figura 4.9. Tali valori di probabilità sono stati ottenuti rispettivamente con il modello di Nowicki et al. (2018) e di Zhu et al. (2017). Per entrambe le pericolosità è stato considerato un tempo di ritorno pari a 475 anni. A titolo di esempio nella Figura 4.10 sono rappresentate le impedenze per frane sismo-indotte su tutti i rami del grafo iniziale. Infine, è stato generato il Grafo Ottimale (Figura 4.11) selezionando i percorsi fra i nodi  $ij$  da connettere,

caratterizzati dal minor tempo di percorrenza, modificato per tener conto dell'impedenza. Il grafo finale viene mostrato con una colorbar coerente con il valore di impedenza residua sui rami appartenenti al Grafo Ottimale. Il Grafo Ottimale di Figura 4.11 risulta composto da 110 percorsi totali con una lunghezza complessiva dei rami stradali coinvolti di 248 km, pari al 5.5 % della lunghezza complessiva iniziale.

> **Figura 4.11**  
Grafo Ottimale per il CT di Rionero in Vulture.





## GRAFI E SISTEMI A RETE

Un grafo è una struttura matematica astratta che consiste di un insieme finito di  $N$  elementi detti "nodi", di un insieme finito di  $K$  elementi detti "archi" e da alcune relazioni di incidenza tra nodi e archi. In modo più preciso un grafo  $G$  è una terna  $(A, B, \Phi)$  dove (Gasperini 1977):

1.  $A = (a_1, a_2, \dots, a_N)$  è un insieme i cui elementi sono detti nodi;
2.  $B = (b_1, b_2, \dots, b_K)$  è un insieme i cui elementi sono detti archi;
3.  $\Phi$  è una applicazione di  $B$  nel prodotto cartesiano  $A \times A$  detta applicazione di incidenza.

Ad un arco  $b_i \in B$  viene quindi associata, tramite  $\Phi$ , una coppia ordinata di nodi  $(a_i, a_j) = \Phi(b_i)$ . In generale non si esclude che altri archi associno la stessa coppia di nodi. In questo caso il grafo si dice multigrafo. Se ciò non accade il grafo si dice semplice.

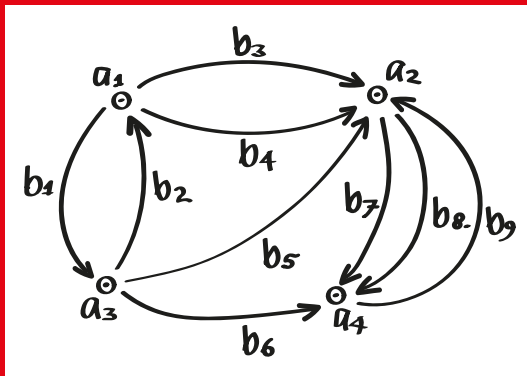
Si può rappresentare geometricamente un grafo disegnando gli elementi di  $A$  come punti e gli elementi di  $B$  come curve che uniscono due di tali punti. Si osserva che in generale tali curve

sono orientate, giacché gli elementi di  $A \times A$  sono coppie ordinate di nodi.

Questa struttura matematica è utilizzata per lo studio di sistemi di natura fisicamente diversa, ma concettualmente simile, come reti stradali, circuiti elettriche, sistemi biologici e sistemi sociali.

Sistemi di questo tipo sono detti sistemi a rete. Un sistema a rete è quindi un sistema, cioè un insieme formato da elementi interagenti fra loro e formanti un'entità in grado di svolgere una funzione prefissata, rappresentabile attraverso un grafo.

> Figura 4.12  
Rappresentazione geometrica di un grafo (da Gasperini 1977).



## VALUTAZIONE DELL'OPERATIVITÀ DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA

### 5.1 - OPERATIVITÀ NON STRUTTURALE DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA

La Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile (§ 2.2) è lo strumento con cui è stata avviata l'attività di analisi dei Piani di Protezione Civile (PPC), attraverso una fase di confronto e coordinamento tra i gruppi di lavoro PON per il rischio sismico e vulcanico e per il rischio idrogeologico e idraulico.

La successiva procedura di valutazione delle Schede di analisi dei PPC è stata costruita mediante l'applicazione delle metodologie più comunemente utilizzate nel campo della *Plan Quality Literature* e in particolare sull'applicazione della *Content Analysis* (Analisi dei Contenuti) alla pianificazione di protezione civile (Lyles and Stevens (2014) e Berke and Godshalk (2009)).

Gli studi che riguardano la *Plan Quality Literature* consistono generalmente in metodi di comparazione dei documenti di pianificazione con l'obiettivo di ricercare le caratteristiche oggettive di qualità di un piano e l'applicazione della *Content Analysis* ha l'obiettivo di ricercare, attraverso metodi standardizzati, i contenuti informativi all'interno di un documento testuale, come un piano, un documento audio o video (Krippendorff, 2013).

All'interno di un piano vengono identificati differenti items (elementi), associati e raggruppati per insiemi coerenti ed autocorrelati corrispondenti in letteratura alle caratteristiche di qualità. Ad ogni elemento viene assegnato un punteggio, con delle apposite regole definite in modo univoco (ad esempio: 2 punti se è presente; 1 se è presente in modo parziale; 0 se è assente). Il punteggio verrà successivamente aggregato, in alcuni casi in modo pesato, per insiemi, caratteristiche o per l'intero piano.

#### 5.1.1 - Metodologia di valutazione attraverso le Schede di analisi dei PPC

L'attività di valutazione attraverso le Schede di analisi dei PPC è stata sviluppata secondo

il seguente percorso metodologico:

- definizione delle caratteristiche di qualità del Piano di Protezione Civile;
- assegnazione del punteggio agli elementi misurati;
- calcolo degli indicatori (aggregazione dei valori per caratteristiche di qualità, per l'intero piano e per CT);
- sperimentazione.

#### 5.1.2 - Definizione delle caratteristiche di qualità del Piano di Protezione Civile

La definizione di "qualità del piano" nella letteratura di settore e negli ultimi decenni ha trovato convergenza su alcuni aspetti fondamentali raccomandando che in un buon piano siano presenti dei consistenti fattori di base, chiari obiettivi e politiche appropriate. Questi elementi sono definiti come *Direction-setting characteristics*, in quanto hanno dimostrato la loro rilevanza nel determinare gli avanzamenti di un piano (Berke et al., 2006; Horney et al., 2017).

Altri autori hanno introdotto caratteristiche addizionali definite *Action-oriented characteristics*, che forniscono gli strumenti per raggiungere le priorità e gli obiettivi stabiliti nel piano: disposizioni di attuazione; monitoraggio e valutazione; coordinamento inter-organizzativo; partecipazione pubblica, organizzazione e presentazione del piano (Berke and Godshalk, 2009; Horney et al., 2017; Lyles and Stevens, 2014).

Le *Direction-setting characteristics* e in parte le *Action-oriented characteristics* contribuiscono a quelle che Berke e Godshalk (2009) definiscono caratteristiche interne di un piano, date dal "contenuto e formato degli aspetti chiave del piano" e dunque dai documenti di pianificazione, distinte dalle caratteristiche esterne che misurano invece la relazione tra piano e territorio mediante la conformità del piano alle normative locali, la coerenza con la pianificazione alle diverse scale, la comunicazione del piano e la formazione, il coinvolgimento degli *stakeholder* (Tabella 5.1).

**Caratteristiche Interne**  
**Contenuto e formato degli**  
**aspetti chiave del piano**  
**(direction setting) e loro**  
**reciproca coerenza**

- 1. Identificazione del problema e visione**  
Descrizione dei bisogni della comunità, tendenze e visione futura
- 2. Obiettivi**  
Identificazione degli obiettivi della pianificazione e del modello di sviluppo desiderato
- 3. Fattori di base**  
Analisi delle condizioni attuali e delle dinamiche del territorio e della popolazione
- 4. Politiche**  
Specifica dei principi che guidano le azioni per il raggiungimento degli obiettivi
- 5. Attuazione**  
Calendario azioni, responsabili, risorse utilizzate
- 6. Monitoraggio e valutazione**  
Disposizioni per tenere traccia dell'efficacia della pianificazione (indicatori, responsabili, calendario per l'aggiornamento)
- 7. Coerenza interna**  
Problemi, visione, obiettivi, politiche e attuazione devono essere reciprocamente coerenti

**Caratteristiche Esterne**  
**Relazione tra piano e territorio**

- 8. Organizzazione e presentazione**  
Disposizioni per migliorare la comprensibilità, divulgazione e utilizzo ad una vasta gamma di utenti
- 9. Coordinamento inter-organizzativo**  
Integrazione con altri piani o politiche di soggetti pubblici e privati
- 10. Conformità**  
Coerenza con lo scopo dei mandati del piano (normative)

> **Tabella 5.1**  
Caratteristiche di qualità di un piano, secondo lo schema di Berke and Godshalk, 2009.

Per ciascuna sezione della Scheda di analisi dei Piani sono stati rintracciati gli elementi di valutazione, la cui presenza, verificata attraverso apposite regole, permette la definizione delle caratteristiche di qualità definite da Berke e Godshalk. Per la diversa tipologia di piani indagati in letteratura, alcune caratteristiche non sono state considerate o sono state assunte e ridefinite secondo una interpretazione più rispondente al caso specifico del Piano di Protezione Civile (Tabella 5.2). In analogia ai riferimenti utilizzati, le singole caratteristiche di qualità del Piano vengono suddivise nei due insiemi Caratteristiche Interne del Piano e Caratteristiche Esterne del Piano, come riportato di seguito.

**Caratteristiche Interne del Piano**

Gli aspetti chiave del PPC corrispondono:

- all'inquadramento territoriale;
- alla definizione degli scenari di rischio;
- alla pianificazione del sistema di protezione civile e delle procedure di intervento.

Le singole caratteristiche che ricadono in questo insieme hanno una diretta corrispondenza con gli elementi estratti dalle singole sezioni della Scheda di analisi dei Piani, e possono essere così descritte:

- Fattori di base per l'inquadramento del territorio: elementi del Piano che definiscono in forma testuale e cartografica l'inquadramento della specifica realtà territoriale cui il piano si riferisce, in termini di popolazione, morfologia, idrografia, infrastrutture, uso del suolo, attività produttive e servizi essenziali. sezione 3 della Scheda di analisi "Inquadramento del territorio".
- Fattori di base per la definizione degli scenari di rischio: elementi del Piano che descrivono in forma testuale e cartografica gli studi riportati nel piano per la definizione degli scenari di rischio per il territorio oggetto di studio, in tutte le sue componenti: pericolosità, esposizione e vulnerabilità. sezione 4 della Scheda di analisi "Individuazione dei rischi e definizione dei relativi scenari".

## Qualità del Piano di Protezione Civile

Caratteristiche di qualità del Piano		Numero elementi	Corrispondenza con sezioni
Caratteristiche Interne del Piano	Fattori di base per l'inquadramento del territorio	9	Sezione 3
	Fattori di base per la definizione degli scenari di rischio	12	Sezione 4
	Modalità di attuazione e organizzazione	24	Sezione 5b
	Procedure operative	13	Sezione 5a
	Coerenza interna	4	+ Sezioni
Caratteristiche Esterne del Piano	Comunicazione	23	Sezioni 6, 7 + Sezioni
	Coordinamento inter-organizzativo	6	+ Sezioni
	Conformità	7	+ Sezioni

### > Tabella 5.2

Caratteristiche di qualità di un Piano di Protezione Civile, numero elementi che le definiscono e sezioni corrispondenti.

- Modalità di attuazione e organizzazione: descrizione degli elementi che costituiscono l'organizzazione del sistema di protezione civile e che provvedono all'attuazione delle azioni di risposta agli scenari riportati nel Piano: funzioni di supporto, responsabili, risorse. sezione 5a della Scheda di analisi "Organizzazione del sistema di protezione civile".
- Procedure operative di intervento: descrizione delle azioni e delle procedure previste in risposta agli scenari di rischio. sezione 5b della Scheda di analisi "Procedure operative di intervento".
- Coerenza interna: misura della consistenza interna del Piano in termini di corrispondenza tra gli elementi riportati nelle differenti sezioni, in particolare viene valutata la coerenza tra le procedure operative di intervento riportate nella sezione 5b e gli scenari di rischio descritti nella sezione 4.
- disposizioni per migliorarne la divulgazione, fruizione e vitalità.

Sono definite da elementi riscontrabili in più di una sezione della Scheda di analisi, così raggruppati:

- Comunicazione: elementi del Piano che ne migliorano la comunicazione verso l'esterno, la facilità di lettura e di utilizzo. Disposizione per la divulgazione dei contenuti e per il mantenimento della vitalità del Piano attraverso campagne informative, formazione ed esercitazioni rivolte sia a operatori di protezione civile che alla popolazione. sezione 6 "Formazione ed Informazione", sezione 7 "Schede tecniche ed allegati" e differenti sezioni della Scheda di analisi.
- Coordinamento inter-organizzativo: integrazione con altri piani e politiche dei Comuni limitrofi e di enti sovraordinati. Partecipazione e coinvolgimento di associazioni, risorse pubbliche e private. Contenuti riscontrabili in differenti sezioni della Scheda di analisi.
- Conformità: aggiornamento del Piano e conformità alle più recenti normative, nazionali e regionali. Coerenza e esaustività dei fenomeni trattati, rispetto ai rischi presenti sul territorio. Contenuti riscontrabili in differenti sezioni della Scheda di analisi.

### Caratteristiche Esterne del Piano

Le singole caratteristiche che ricadono in questo insieme riguardano le relazioni tra il Piano e il Contesto Territoriale e normativo:

- conformità alle Linee guida;
- coerenza con altri strumenti di pianificazione a diverse scale;
- partecipazione e coinvolgimento degli "stakeholder";





### Calabria

Cariati  
(8 Comuni)

Catanzaro  
(9 Comuni)

### Campania

Pozzuoli  
(5 Comuni)

Giugliano in  
Campania  
(7 Comuni)

### Puglia

Castellaneta  
(6 Comuni)

Lucera  
(17 Comuni)

### Sicilia

Catania  
(8 Comuni)

Castelvetro  
(9 Comuni)

> **Figura 5.1**  
CT e Comuni selezionati per la fase sperimentale.

### 5.1.3 - Assegnazione del punteggio agli elementi misurati

Ai 98 Elementi di valutazione del Piano, individuati nella Scheda di analisi, è stato associato un punteggio secondo lo schema 0-1-2, maggiormente usato in letteratura (Horney et. al., 2017; Tang et. al., 2010), nel modo seguente:

- si associa un punteggio pari a 2 nel caso in cui l'elemento sia completamente presente nel Piano;
- si associa un punteggio pari a 1 se l'elemento è parzialmente presente nel Piano;
- si associa un punteggio pari a 0 se l'elemento è totalmente assente.

### 5.1.4 - Calcolo degli indicatori. Aggregazione dei valori per caratteristiche di qualità, per l'intero Piano e per CT

L'aggregazione del punteggio per caratteristiche di qualità viene effettuata normalizzando il punteggio ottenuto dalla somma dei punteggi attribuiti ai singoli elementi, rispetto al numero totale di elementi appartenenti all'insieme. Ad ogni Caratteristica di qualità è associato un numero di elementi variabile da un minimo di 4 nel caso della caratteristica di Coerenza interna, fino a un massimo di 24 per la caratteristica Modalità di attuazione e organizzazione. Il protocollo di aggregazione del punteggio può essere descritto nei seguenti tre step (Guyadeen, 2019):

1. Il punteggio associato ai singoli elementi

appartenenti a una caratteristica di qualità viene sommato;

2. la somma nel punteggio viene suddivisa per il punteggio massimo potenzialmente raggiungibile per ogni sezione;

3. Non si effettuano ulteriori normalizzazioni. I valori risultanti saranno distribuiti in una scala da 0 a 1.

Questo processo permette la comparazione di ogni modulo indipendentemente dal numero di elementi associati.

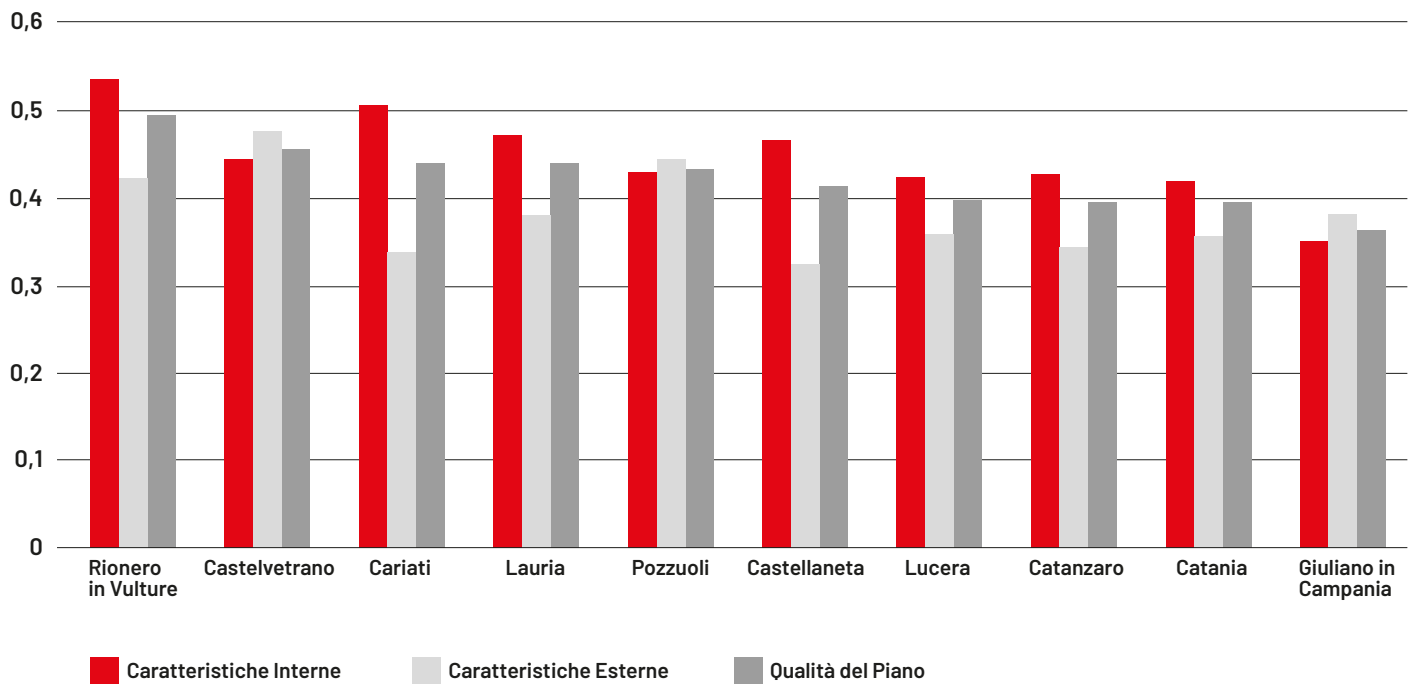
I valori ottenuti per le singole Caratteristiche di qualità, attraverso una media semplice, vengono elaborati per il calcolo degli Indicatori di qualità delle Caratteristiche Interne ed Esterne del Piano e complessivamente per il calcolo dell'Indicatore di Qualità del Piano di Protezione Civile (IQPPC), nel seguente modo:

- Qualità delle Caratteristiche Interne: media dei valori delle 5 caratteristiche interne;
- Qualità delle Caratteristiche Esterne: media dei valori delle 3 caratteristiche esterne;
- Qualità del Piano di Protezione Civile: media dei valori di tutte le Caratteristiche di qualità.

### 5.1.5 - Sperimentazione

In coerenza con le restanti sperimentazioni portate avanti nell'ambito del progetto, si è deciso di testare la metodologia proposta su Piani riferiti a Comuni appartenenti a singoli Contesti Territoriali. Sono stati individuati due Contesti Territoriali per ciascuna Regio-

## VALORI MEDI PER CT



> **Figura 5.2**  
Indicatori per le Caratteristiche Interne ed Esterne e per la Qualità dell'Intero Piano per i Contesti Territoriali.

ne partecipante al Progetto (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia), per un totale di 72 Piani (Figura 5.1).

Nella Figura 5.2 vengono mostrati i valori degli indicatori per le Caratteristiche Interne ed Esterne e per la Qualità dell'Intero Piano per i CT analizzati. I valori degli indicatori calcolati per ogni Contesto analizzato, non superano il valore di 0,6, con risultati generalmente maggiori per quanto riguarda le Caratteristiche Interne, i cui valori medi vanno da 0,34 per il CT di Giuliano in Campania a 0,53 per il CT di Rionero in Vulture. Per quanto riguarda le Caratteristiche Esterne si passa da un massimo di 0,43 per il CT di Castelvetro a un minimo 0,32 per Castellaneta.

Infine, per l'Indicatore complessivo di Qualità del Piano, si registra il risultato migliore per il CT di Rionero in Vulture con 0,49 e il risultato peggiore per Giuliano in Campania con 0,36. Analizzando le distribuzioni dei valori ottenuti per le singole caratteristiche di qualità dei 72 Comuni selezionati, rappresentate nel boxplot nella Figura 5.3, notiamo che per nessuna delle caratteristiche di qualità descritte si ottengono valori distribuiti su tutto l'intervallo tra 0 e 1. Per alcune di queste (Procedure Operative, Comunicazione e Coordinamento Inter-Organizzativo), si hanno distribuzioni più concentrate e valori massimi che non superano la soglia di 0,8. La tendenza delle di-

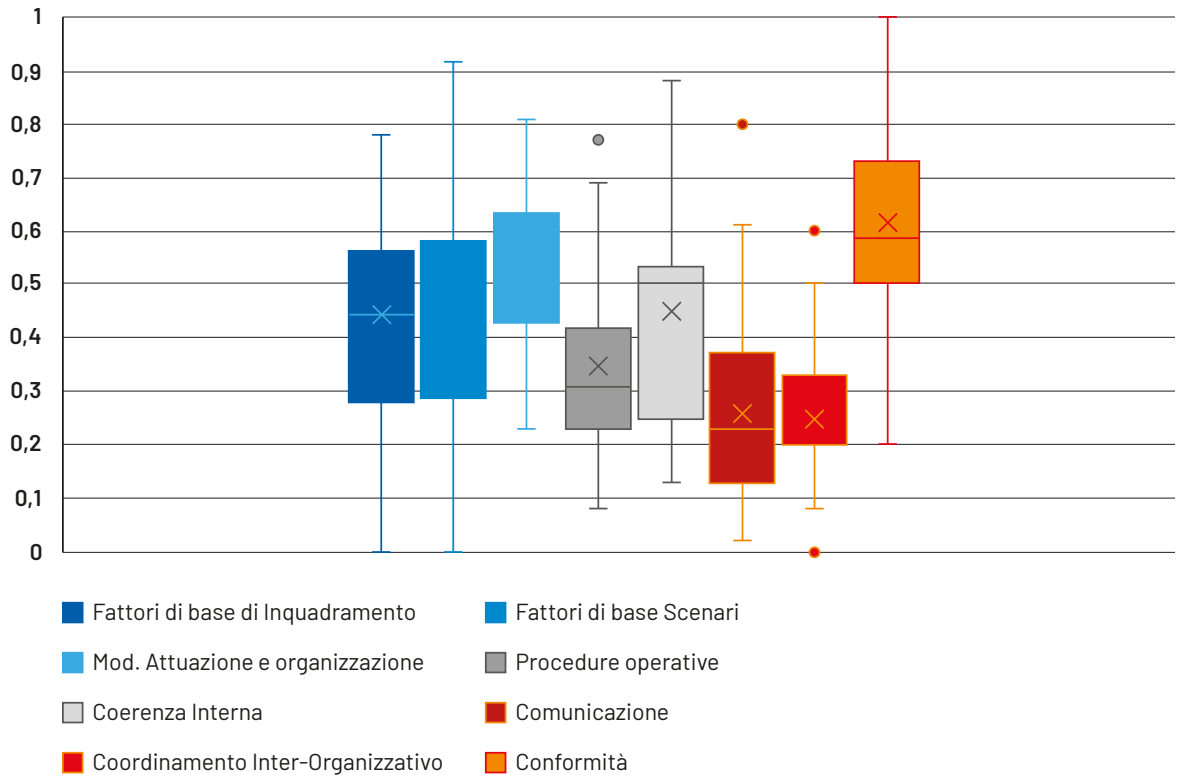
stribuzioni, ci mostra sia punti di forza, che criticità comuni nei piani analizzati. La caratteristica per la quale si hanno i valori di sintesi più elevati è quella che valuta la Conformità del Piano alle normative e ai rischi analizzati. È interessante sottolineare come sia stata dedicata maggiore attenzione ai fattori di base, corrispondenti per buona parte agli elementi riguardanti la caratterizzazione del territorio oggetto di studio (Inquadramento e definizione degli scenari), le modalità di attuazione e organizzazione e la coerenza interna tra le varie sezioni del Piano; mentre appaiono deboli le parti del Piano che descrivono le procedure operative e gli aspetti riguardanti le relazioni del piano con l'esterno, come la partecipazione, l'informazione, il coordinamento orizzontale e verticale (Comunicazione e Coordinamento Inter-Organizzativo).

Infine, a titolo d'esempio si riportano i risultati in dettaglio per il CT pilota di Cariati (Figura 5.4), composto da 8 Comuni, con popolazione media di circa 2300 abitanti e Comune di Riferimento Cariati, con popolazione di 8355 abitanti.

L'analisi e la valutazione sono state applicate su 7 degli 8 Comuni, con esclusione di Bocchigliero, per il quale non è, allo stato attuale, disponibile il PPC.

Di seguito, per tutti i Piani analizzati del CT di Cariati, vengono mostrati i valori ottenuti a conclusione della fase di valutazione, per

> **Figura 5.3**  
 Box-plot dei risultati ottenuti per caratteristica di qualità per tutti i 72 Comuni analizzati.



> **Figura 5.4**  
 CT di Cariati.



Caratteristiche di qualità	Cariati	Campana	Calopezzati	Mandatoriccio	Pietrapaola	Scala Coeli	Terravecchia
Fattori di base per l'inquadramento del territorio	0.78	0.50	0.61	0.28	0.56	0.50	0.56
Fattori di base per la definizione degli scenari di rischio	0.63	0.71	0.46	0.33	0.5	0.88	0.17
Modalità di attuazione e organizzazione	0.63	0.70	0.68	0.68	0.43	0.63	0.28
Procedure operative	0.35	0.65	0.38	0.54	0.35	0.19	0.27
Coerenza interna	0.25	0.88	0.38	0.63	0.38	0.13	0.13
Comunicazione	0.61	0.37	0.17	0.15	0.39	0.22	0.07
Coordinamento inter-organizzativo	0.6	0.3	0.2	0.3	0.08	0.2	0.20
Conformità	0.36	0.8	0.43	0.29	0.40	0.43	0.50

**> Tabella 5.3**  
Valutazione per Caratteristiche di Qualità del PPC per i Comuni del CT di Cariati.

ciascuna Caratteristica, sia in forma tabellare (Tabella 5.3) che attraverso diagramma polare (Figura 5.5).

Nel grafico seguente vengono rappresentati nel dettaglio i valori ottenuti per singola caratteristica di qualità per il PPC di Cariati e il risultato dell'aggregazione per Caratteristiche Interne ed Esterne.

Nella Figura 5.6 e nella Tabella 5.4 vengono mostrati i valori aggregati per Caratteristiche Interne ed Esterne per tutti i Piani dei Comuni del CT. Infine, nelle figure seguenti (Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9) si rappresentano in forma cartografica i risultati ottenuti per l'intero CT.

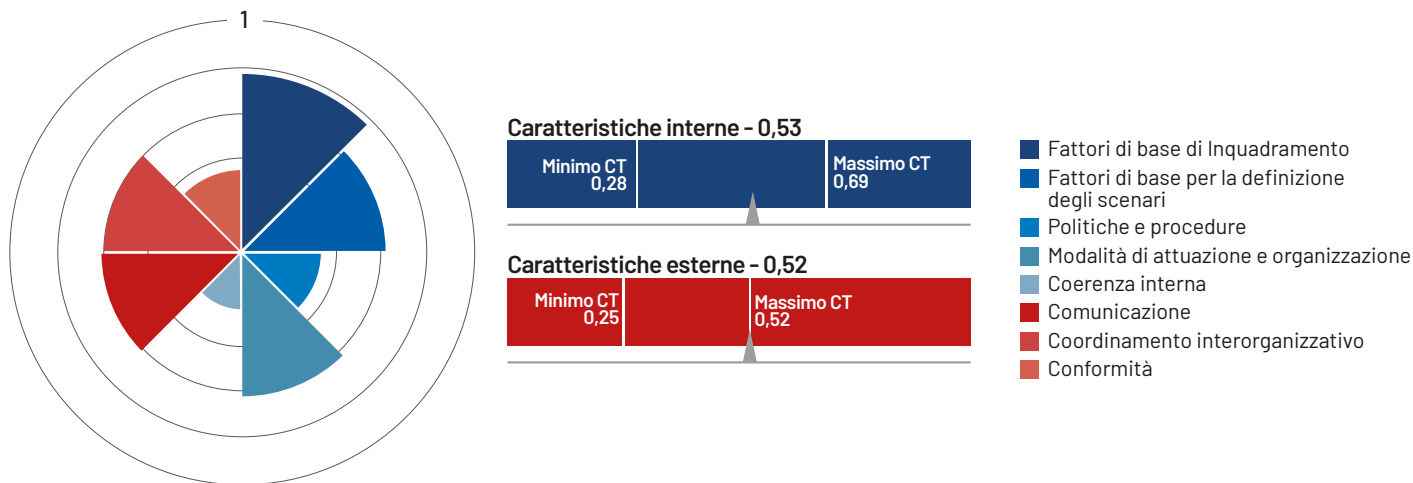
### 5.1.6 - Piattaforma web per l'analisi dei Piani di Protezione Civile

Per l'analisi e per la valutazione dei Piani è stato sviluppato un applicativo web (Figura 5.10, Fi-

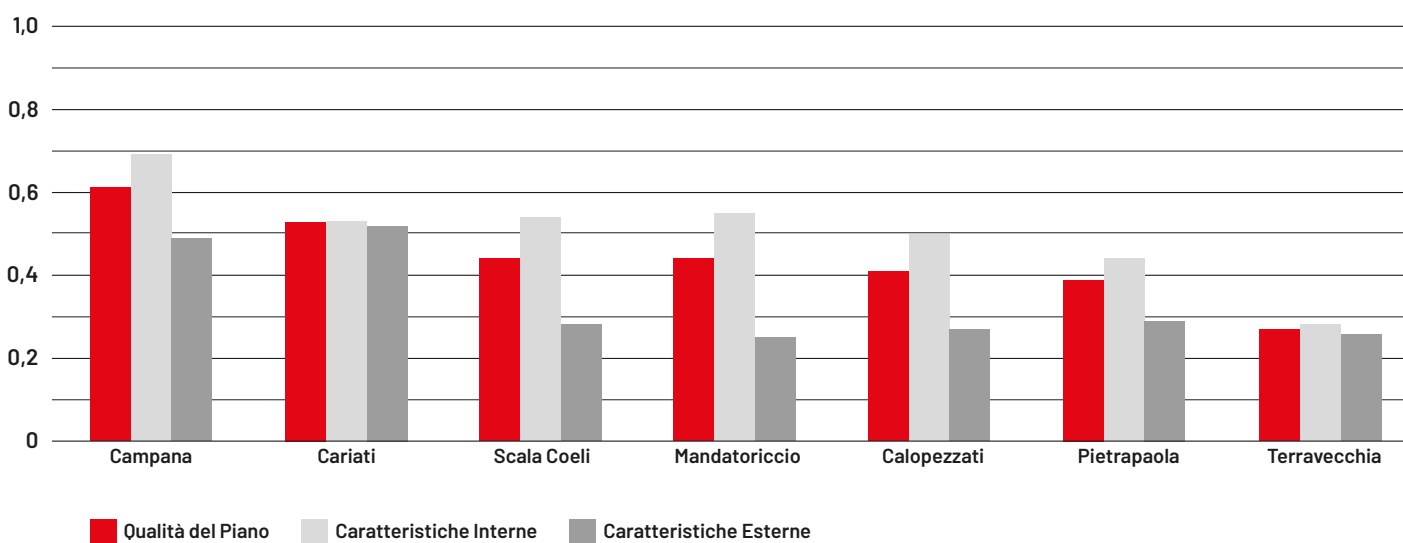
gura 5.11). I due sistemi, accessibili attraverso il medesimo indirizzo ([piani.govrisv.cnr.it](http://piani.govrisv.cnr.it)), costituiscono le due componenti complementari della piattaforma di analisi e valutazione dei Piani di Protezione Civile.

I dati prodotti dalla compilazione delle Schede di analisi dei Piani, immagazzinati in un DB PostgreSQL, vengono successivamente estratti e rielaborati attraverso un insieme di Query che traducono le regole di valutazione in istruzioni per il calcolo degli indicatori di Qualità del Piano di Protezione Civile. Il fine è quello di rendere accessibili i risultati della valutazione attraverso un insieme di infografiche che ne facilitino la lettura.

Dalla home page della piattaforma web è possibile avere accesso diretto al visualizzatore dei risultati. Nella pagina iniziale vengono mostrati in modo sintetico per le cinque Regioni attualmente analizzate, i Comuni e i CT per i



> **Figura 5.5**  
 Risultati della valutazione del Piano di Protezione Civile di Cariati.



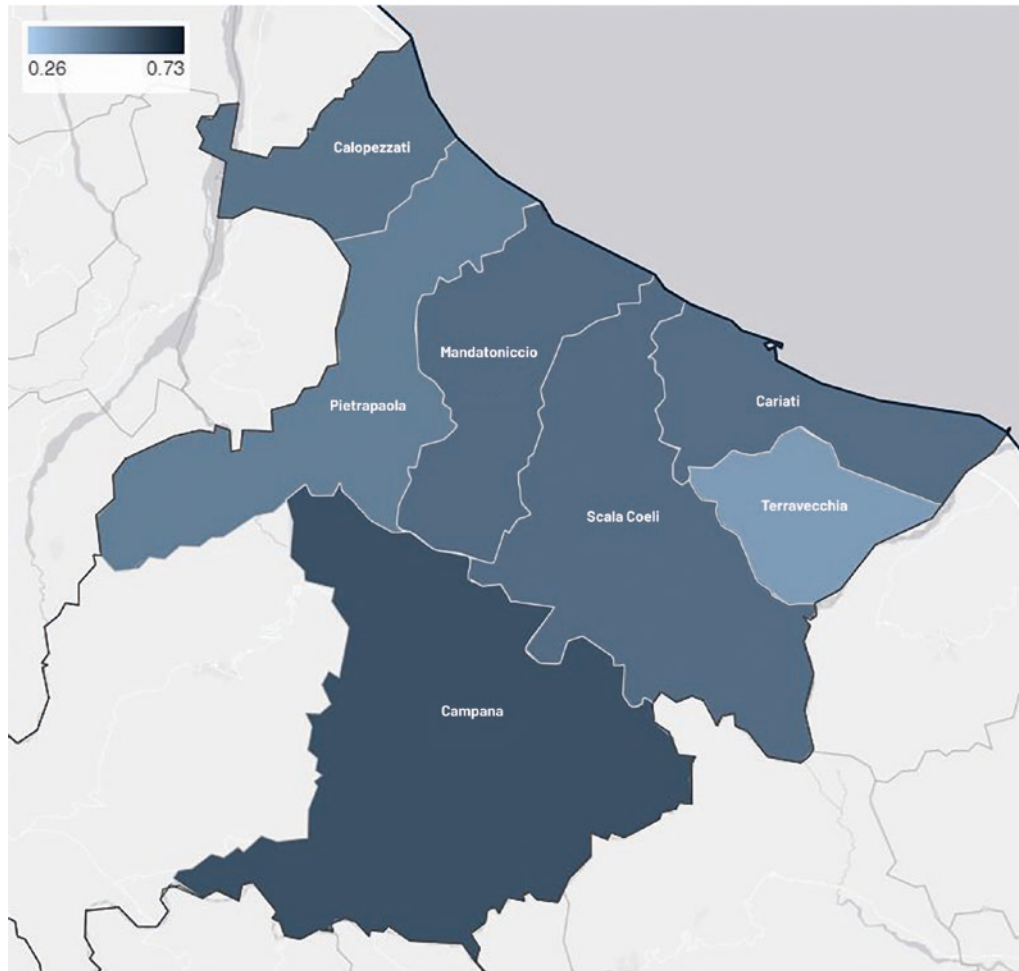
> **Figura 5.6**  
 Indicatori qualità Interna ed Esterna dei Piani del CT di Cariati.

	Cariati	Campana	Calopezzati	Mandatoriccio	Pietrapaola	Scala Coeli	Terravecchia
Caratteristiche Interne	0,53	0,69	0,50	0,55	0,44	0,54	0,28
Caratteristiche Esterne	0,52	0,49	0,27	0,25	0,29	0,28	0,26
Qualità del Piano	0,53	0,61	0,41	0,43	0,39	0,44	0,27

> **Tabella 5.4**  
 Indicatori di qualità delle Caratteristiche Interne, Esterne e dell'intero Piano.

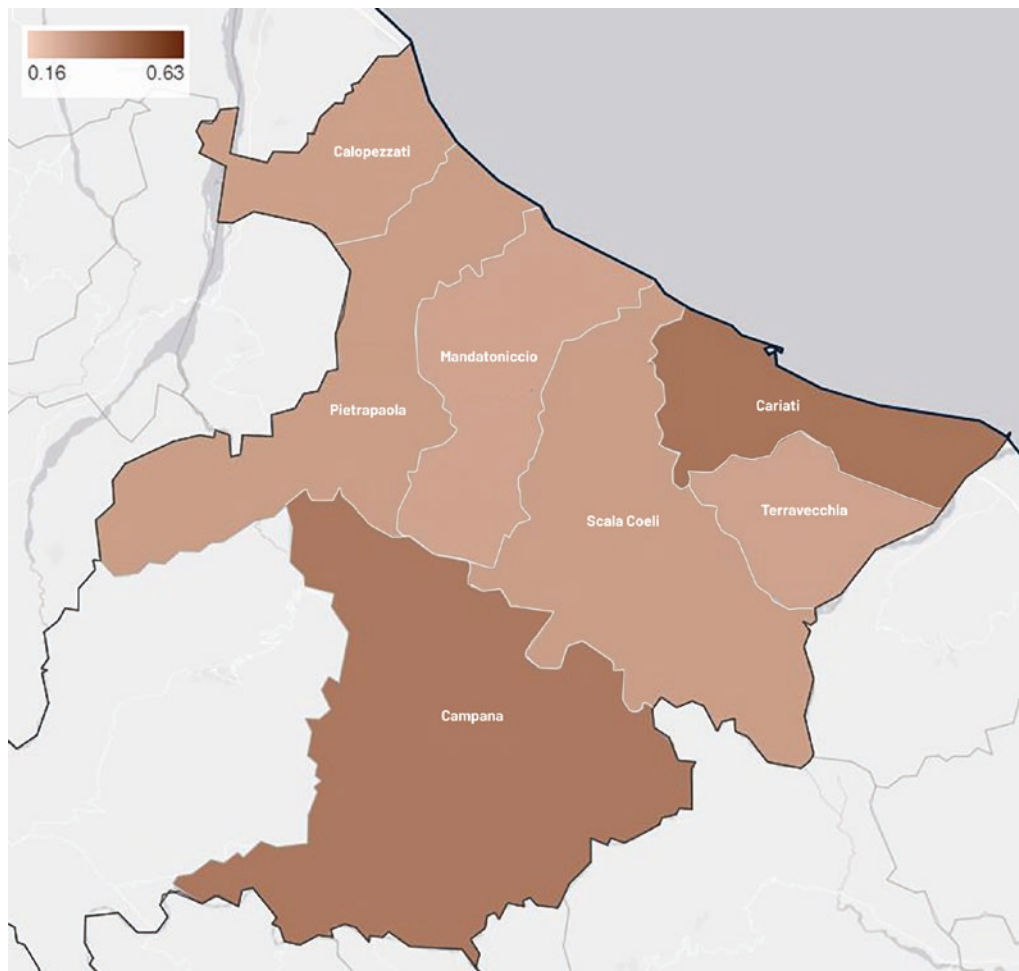
**> Figura 5.7**

Qualità delle Caratteristiche Interne nei Comuni del CT di Cariatì (Media: 0.50 - Min: 0.28 - Max: 0.69).



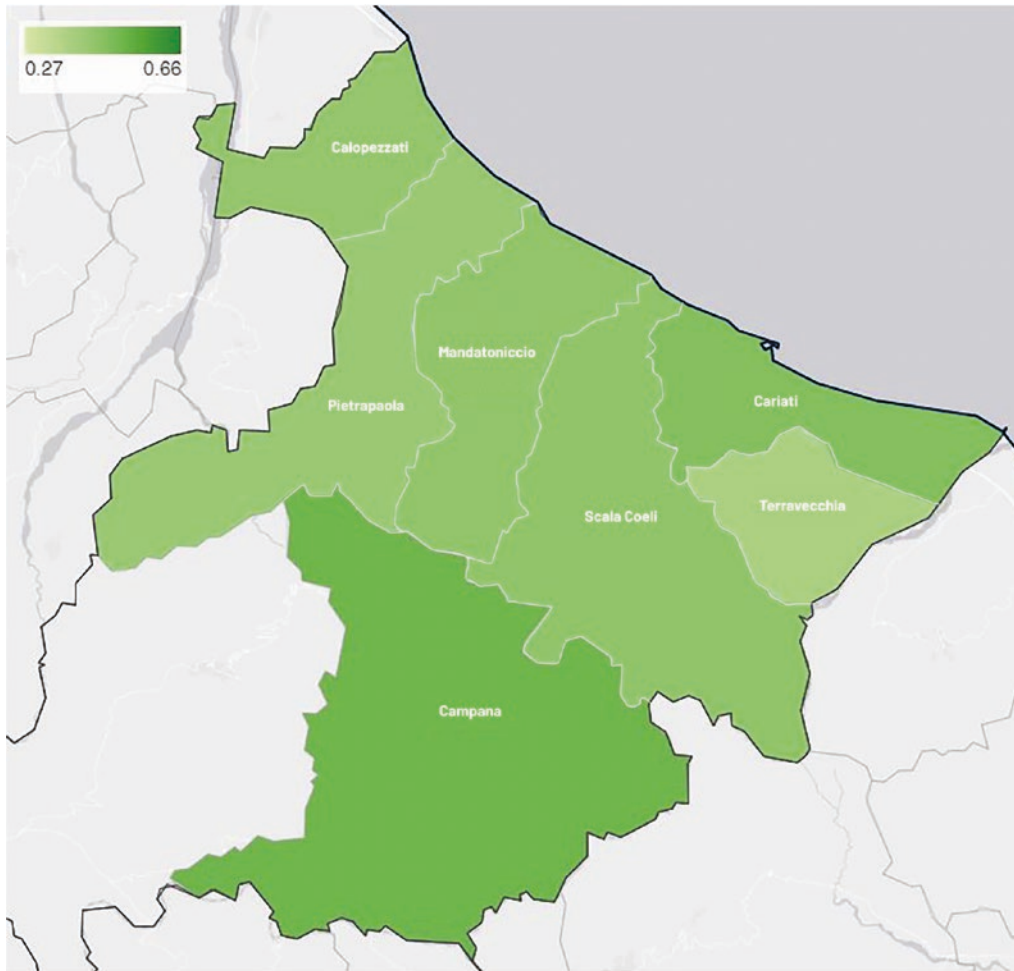
**> Figura 5.8**

Qualità delle Caratteristiche Esterne nei Comuni del CT di Cariatì (Media: 0.34 - Min: 0.25 - Max: 0.52).



> **Figura 5.9**

Qualità del Piano di Protezione Civile per i Comuni del CT di Cariatì (Media: 0,44; Min: 0,27 - Max: 0,61).



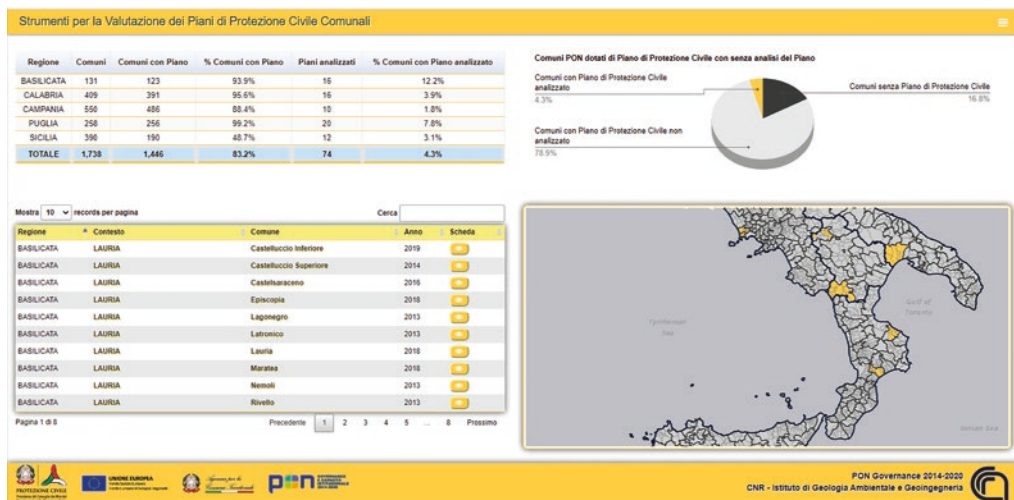
> **Figura 5.10**

Pagina di accesso alla piattaforma web di analisi e valutazione dei Piani di Protezione Civile.



> **Figura 5.11**

Home page piattaforma web per la valutazione dei Piani di Protezione Civile.



quali è disponibile un Piano di Protezione Civile e, di questi, quali sono stati sottoposti a procedura di analisi. La visualizzazione dei risultati di sintesi è disponibile per Comune e CT.

## 5.2 - OPERATIVITÀ STRUTTURALE DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'EMERGENZA

### 5.2.1 - Considerazioni introduttive

Nel § 2 è stata illustrata la metodologia adottata per la definizione, a partire delle CLE comunali, del Sistema strutturale di gestione dell'emergenza (SGE) di un Contesto Territoriale (CT) e la sua rappresentazione attraverso il Grafo Ottimale, composto da nodi primari, nodi secondari, archi e una matrice delle connessioni. Nel § 3 è stato definito il modello di pericolosità sismica, di base e locale, adatto a trattare l'efficienza del sistema a rete che rappresenta il SGE. Nel § 4, infine, è stato descritto l'approccio per determinare e modellare la vulnerabilità degli Edifici Strategici (ES).

Tutti i dati e le informazioni fornite dalle metodologie sopra descritte, confluiscono nel calcolo dell'Indice di Operatività del Contesto Territoriale (*IOCT*) e degli indici parziali, relativi alle singole componenti del SGE (Edifici Strategici, Aree di Emergenza e Infrastrutture Stradali).

La valutazione dell'operatività è stata condotta in termini stocastici calcolando *IOCT* attraverso la convoluzione di tutti i possibili scenari che contribuiscono ad una data azione con un determinato periodo di ritorno. Nel caso sismico la valutazione del sistema a rete è irrobustita, come mostrato nel § 3.1, dalla presenza delle correlazioni spaziali tra le misure di intensità dello scuotimento tra i diversi siti (attraverso i residui delle GMPE<sup>10</sup>) e delle cross-correlazioni tra le misure di intensità nel singolo sito.

Si ricorda che la struttura oggetto di valutazione è il Grafo Ottimale del SGE di CT in cui sono distinti: i) Elementi puntuali come gli edifici e le Aree di Emergenza (nodi primari); ii) Elementi lineari (archi) come le infrastrutture stradali di collegamento; iii) i nodi secondari coincidenti con le intersezioni tra gli archi stradali.

Tale suddivisione, oltre che di carattere formale, determina anche una struttura gerarchica: infatti solo nelle prime due tipologie di nodi viene calcolata la perturbazione sismica (fenomeni transienti come accelerazione, velocità) e, conseguentemente, vengono determinate le probabilità di operatività degli oggetti sulla base dei loro modelli di fragilità. L'ultima tipologia di nodo ha una valenza meramente topologica, comunque necessaria per la costruzione della geometria della rete.

Nel § 4.1 è stato descritto il modello di vulnerabilità utilizzato per gli edifici. Per quanto riguarda invece la valutazione degli oggetti del CT soggetti al rischio frana da scivolamento o liquefazione, vengono impiegate le curve di fragilità, in termini di PGD, definite all'interno del progetto HAZUS (FEMA 2020), anch'esse costruite secondo il modello lognormale.

Un'approssimazione che viene introdotta nella procedura è quella di poter impiegare le stesse curve che definiscono il danneggiamento stradale per fenomeni di scivolamento o liquefazione anche per la valutazione dell'operatività delle Aree di Emergenza interessate da questo rischio, prescindendo da considerazioni relative all'estensione totale dell'Area di Emergenza in relazione a quella potenzialmente instabile.

Per la valutazione della probabilità di operatività di un oggetto per frana da crollo in roccia si impiega il metodo FABFAL (Fabozzi et al., 2018), sviluppato internamente al progetto, nel quale vengono fornite delle curve di probabilità di innesco del crollo, per diver-

10. Una GMPE, acronimo di Ground Motion Prediction Equation, è un'equazione attraverso la quale si calcola il valore di una certa misura di intensità al suolo (es. PGA, ASI), sulla base delle caratteristiche della sorgente, del percorso delle onde sismiche e degli effetti di sito. Le GMPE sono costruite attraverso regressioni statistiche su dati ottenuti dall'analisi di un numero elevato di registrazioni di terremoti reali.



se classi di terreno, sulla base di alcune caratteristiche geo-morfologiche. Si ipotizza di poter assumere la probabilità di operatività dell'infrastruttura interessata dal crollo coincidente con la probabilità di innesco del crollo stesso: ciò equivale a supporre che, a seguito dell'innesco del fenomeno, l'infrastruttura interessata non sia operativa.

I singoli scenari sismici, su cui si basa la valutazione di operatività del CT, sono ottenuti, come illustrato nel § 3, con una metodologia, che permette la generazione di eventi di scenario (singoli per analisi deterministiche o, tramite analisi Monte Carlo, multipli per analisi probabilistiche), che possono essere modellati secondo diversi approcci (sorgente areale, lineare, ecc.) e livelli di approfondimento diversificati a seconda del numero di informazioni, degli scopi della valutazione da effettuare e dei parametri da quantificare.

Per ogni singolo scenario le GMPE permettono di calcolare il valore atteso di un parametro di scuotimento, o Misura di Intensità ( $MI$ ), su una griglia di calcolo regolarmente distribuita nello spazio. Il valore di  $MI$ , in corrispondenza ai nodi primari della rete (Edifici Strategici, Aree di Emergenza e punti di accesso) e ai baricentri degli archi stradali, è quindi ottenuto per interpolazione dei valori della griglia.

La generazione di un evento di scenario avviene generando una magnitudo campionata dalla distribuzione di probabilità legata alla legge di ricorrenza della Gutenberg-Richter (GR) della zona sismogenetica di appartenenza.

### 5.2.2 - L'Indice di Operatività strutturale del Contesto Territoriale

Per la corretta comprensione della definizione formale di  $IOCT$ , occorre tenere presente che la natura di sistema a rete del SGE, implica la necessità di esprimere il suo grado di operatività post-sismico come perdita di efficienza del SGE rispetto al suo funzionamento nelle ordinarie condizioni di servizio.

Come in una rete elettrica l'efficienza del sistema è misurata dalla sua capacità di trasfe-

rire l'energia tra i nodi strutturali (attivi), così nel SGE l'efficienza è data dalla sua capacità di trasferire uomini e mezzi tra i diversi nodi strutturali attivi, cioè operativi, di cui è richiesta la connessione, cioè tra le coppie di nodi strutturali  $i$  e  $j$  tali che l'elemento  $\mu_{ij}$  della matrice delle connessioni sia 1.

Tale efficienza può essere a sua volta ottenuta come somma dell'efficienza dei singoli sottosistemi elementari che compongono la rete, formati dalle coppie di nodi  $i$  e  $j$  e dai percorsi che li connettono. Tale efficienza viene espressa nel modo seguente:

$$E_{ij}^0 = \frac{P(OP_i \cup OP_j | MI=0)}{L_{ij}^0} = I/L_{ij}^0 \quad (5.1)$$

Dove  $L_{ij}^0$  è la lunghezza del percorso più breve che collega i nodi  $i$  e  $j$ , in assenza di forzante sismica, cioè per una distribuzione identicamente nulla di  $MI$ , e dove si assume che le probabilità congiunte di operatività dei due nodi strategici  $i$  e  $j$ ,  $P(OP_i \cup OP_j | MI)$ , sempre in assenza di forzante sismica, sia unitaria.

Se  $N$  è il numero dei nodi strategici del SGE, l'efficienza complessiva del sistema a rete sarà quindi data dalla sommatoria:

$$E_{CT}^0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_{ij} I/L_{ij}^0 \quad (5.2)$$

Si osserva che alla sommatoria (5.2) contribuiscono solo le coppie di nodi per le quali è richiesta la connessione ( $\mu_{ij}=1$ ), in quanto per le altre il termine  $\mu_{ij}$  è nullo.

In presenza di forzante sismica, cioè di una certa distribuzione spaziale di  $MI$ , l'efficienza dei sottosistemi elementari sarà ridotta, sia perché la probabilità di operatività dei due nodi strutturali  $i$  e  $j$  sarà in generale minore di 1, sia perché, a causa di eventuali interruzioni di archi stradali, dovuta a fenomeni cosismici come frane, liquefazioni e crollo di edifici interferenti, la lunghez-

za del percorso minimo fra di essi sarà maggiore rispetto a quella che si aveva in assenza di forzante sismica. La riduzione di efficienza è espressa dall'equazione sottostante:

$$E_{ij}^{MI} = \frac{P(OP_i \cup OP_j | MI)}{L_{ij}(MI)} \quad (5.3)$$

Dove al numeratore compare la probabilità congiunta che, data la distribuzione spaziale di  $MI$ , entrambi i nodi strutturali siano operativi, mentre al denominatore compare la lunghezza del percorso minimo fra i nodi  $i$  e  $j$ , in presenza della distribuzione  $MI$  (si veda quadro di approfondimento Calcolo del percorso minimo con forzante sismica).

In analogia con l'equazione (5.2), il grado di efficienza della rete, in presenza di una certa distribuzione spaziale di  $MI$ , sarà quindi:

$$E_{CT}^{MI} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_{ij} \frac{P(OP_i \cup OP_j | MI)}{L_{ij}(MI)} \quad (5.4)$$

La perdita di efficienza della rete, cioè l'Indice di Operatività del Contesto Territoriale ( $IOCT$ ), sarà quindi data dal rapporto tra l'efficienza post sismica, cioè in presenza della distribuzione di  $MI$ , e quella in condizioni di servizio, con  $MI=0$ :

$$IOCT(MI) = \frac{E_{CT}^{MI}}{E_{CT}^0} \quad (5.5)$$

### 5.2.3 - Calcolo di $IOCT$ per un certo periodo di ritorno $T_R$

Ai fini della valutazione del SGE di un CT, finalizzata all'adozione di politiche per la riduzione del rischio, non ha molto interesse il valutare

$IOCT$  in corrispondenza di un singolo scenario sismico, ma ha invece interesse calcolare il valore di  $IOCT$  in corrispondenza di un determinato periodo di ritorno  $T_R$ .

A questo scopo, si genera inizialmente un numero elevato di eventi sismici (intorno a 10000-20000) secondo la legge di Gutenberg-Richter, che, come noto, esprime la relazione fra la magnitudo nella scala Richter e il numero del totale dei terremoti, almeno di quella magnitudo, in una data Regione e in un dato periodo di tempo. L'area complessiva da considerare per la generazione degli eventi sismici è determinata a partire da tutte le zone sismo-genetiche che interessano potenzialmente il CT, come unione degli insiemi di punti geografici che si trovano a distanza minore di 200 km da un singolo nodo primario, considerando tutti i nodi primari del SGE. In corrispondenza di ogni evento considerato, caratterizzato da un determinato ipocentro e da una magnitudo, si ha una distribuzione spaziale delle  $MI$  (PGA, ASI), in accordo a quanto illustrato nel § 3. Si osserva che  $T_R$  non deve essere riferito all'evento sismico in sé, cioè riferito alla curva Gutenberg-Richter, ma alla distribuzione di  $MI$  che il singolo evento provoca nel CT. Per tale motivo la selezione degli eventi sismici da associare a  $T_R$  è eseguita con riferimento ai valori che  $MI$  assume in corrispondenza dei nodi primari del SGE.

Pertanto, scelto il periodo di ritorno  $T_R$ , in genere pari a 100 e 475 anni, per il quale si vuole calcolare  $IOCT$ , per ciascun nodo primario  $j=1, 2, \dots, N$  si determina, tra tutti gli eventi sismici generati, l'insieme  $S_j$  degli  $n_j$  eventi che provocano nel nodo  $j$  un valore di  $MI$  caratterizzato da quel periodo di ritorno. Il calcolo di  $IOCT$  è quindi eseguito a partire dall'insieme  $S = \cup_{j=1}^N S_j$  costituito da  $N_S = \sum_{k=1}^N n_k$  eventi. Per ciascuno degli  $N_S$  eventi così selezionati, nota la corrispondente distribuzione spaziale  $MI$  e quindi le probabilità di operatività di tutti i nodi primari e di tutti gli archi, si calcola il valore  $IOCT(MI)$ , utilizzando le equazioni da (5.3) a (5.5). Il valore di  $IOCT$  per il periodo di ritorno  $T_R$  sarà quindi il valore medio nell'insieme di eventi considerato:

Indici di Operatività	REGIONE E CT				
	Basilicata	Campania	Calabria	Puglia	Sicilia
	Rionero in Vulture	Vallata	Cariati	Castellaneta	Lentini
ES	0.84	0.21	0.61	0.78	0.46
AA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93
COC	0.58	0.54	0.47	0.86	0.30
AR	0.94	0.94	0.96	1.00	1.00
IC	0.39	0.93	0.50	0.87	0.92
CE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
IOCT	0.31	0.44	0.44	0.59	0.29

#### > Tabella 5.5

*IOCT* e Indici di Operatività parziali per i CT pilota delle cinque Regioni, per  $T_R=475$  anni. (ES: Edifici Strategici, AA: Area di Ammassamento, COC: Centri Operativi Comunali, AR: Aree di Ricovero, IC: Infrastrutture di Connessione, CE: Connessione Esterna).

$$IOCT(T_R) = \frac{1}{N_s} \sum_{j=1}^{N_s} IOCT(MI_j) \quad (5.6)$$

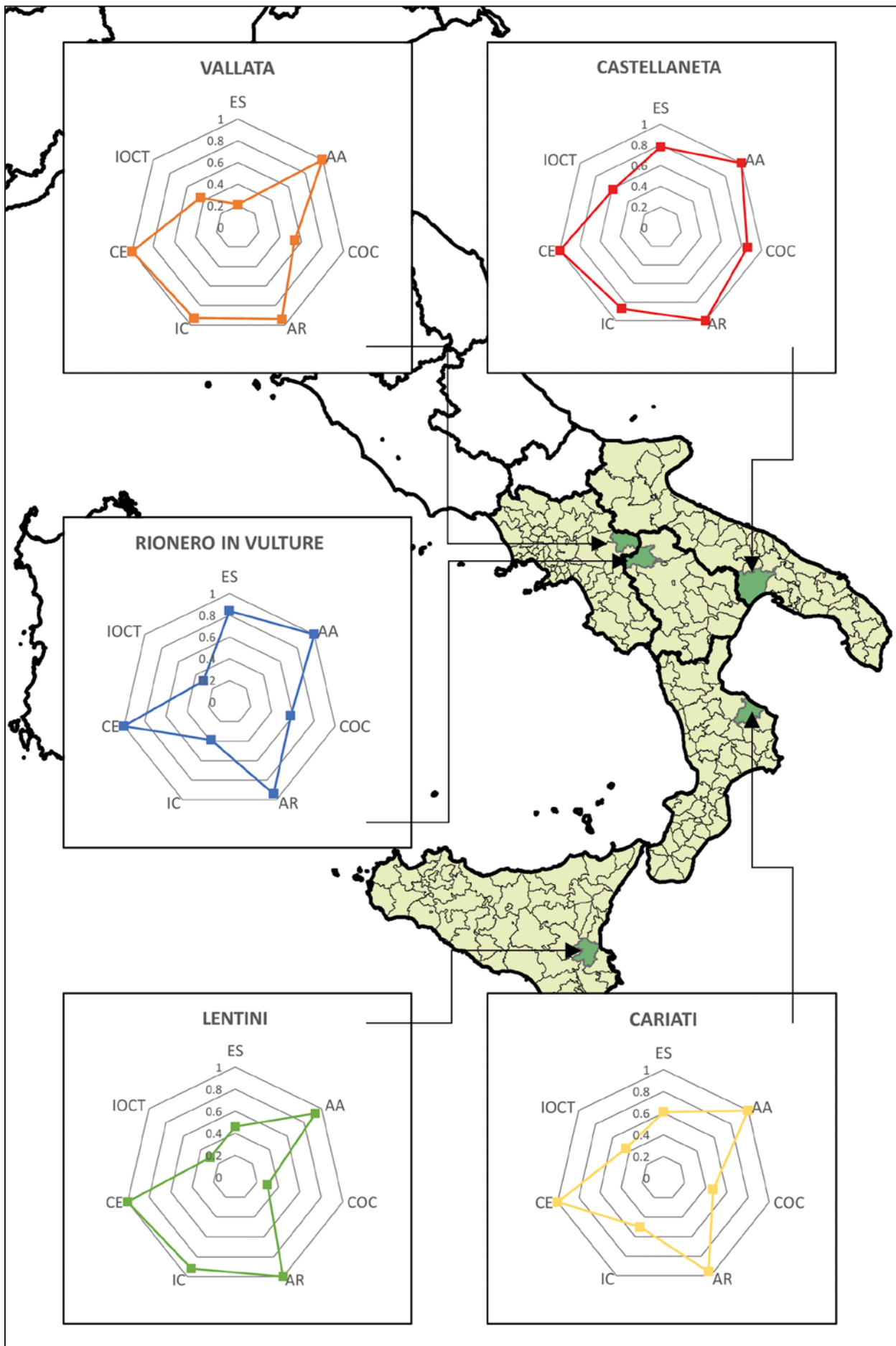
#### 5.2.4 - Indici di Operatività delle singole componenti

Oltre a *IOCT*, che si può considerare un indice complessivo del sistema oggetto di valutazione, è possibile anche calcolare degli indici parziali che forniscono informazioni sul grado di operatività delle singole componenti del SGE: Edifici Strategici, Edifici COC, Aree di Ammassamento, Aree di Ricovero, Connessioni interne, Connessione con l'esterno. Gli indici parziali relativi a una certa componente sono calcolati assumendo nella equazione (5.4) uguali a uno le probabilità di operatività degli elementi (nodi o archi) di tutte le altre componenti, eccetto quella considerata. Per il modo in cui sono calcolati è evidente che gli indici parziali sono sempre maggiori o uguali rispetto a *IOCT*. La conoscenza di tali indici parziali fornisce utili informazioni sulla criticità delle singole componenti per l'operatività complessiva del SGE.

#### 5.2.5 - Applicazione della metodologia ai Contesti Territoriali pilota

La metodologia descritta, in questo e nei pre-

cedenti capitoli, è stata applicata su un CT per ciascuna delle Regioni coinvolte nel progetto. I risultati ottenuti, per  $T_R=475$  anni, sono sintetizzati nella Tabella 5.5. L'indice *IOCT* permette di ordinare i CT fra loro, mentre gli indici relativi alle singole componenti mettono in risalto eventuali componenti più vulnerabili su cui concentrare futuri interventi. Si tratta dei CT di Rionero in Vulture (composto da 9 Comuni), di Vallata (9 Comuni), di Cariati (8 Comuni), di Castellaneta (6 Comuni) e di Lentini (3 Comuni). Si osserva per esempio che il CT di Rionero in Vulture ha un valore molto basso sulle Infrastrutture di Connessione (IC), mentre quello di Vallata ha una forte criticità sulla componente ES. Infine il CT di Castellaneta non presenta particolari criticità. Nella Figura 5.12 il confronto tra cinque CT pilota è presentato in forma geometrica attraverso il diagramma a radar degli indici delle singole componenti. Analizzando con maggior dettaglio gli Indici di Operatività dei singoli nodi primari, come esemplificato nella Figura 5.13 per il caso del CT di Lentini, si osserva che la componente più critica è rappresentata dagli Edifici Strategici (ES) e l'elemento più vulnerabile in assoluto è uno dei due COC, peraltro valutato con una curva di fragilità di letteratura. Anche ES01, ES02 e l'altro COC hanno comunque indici al di sotto del 50%.

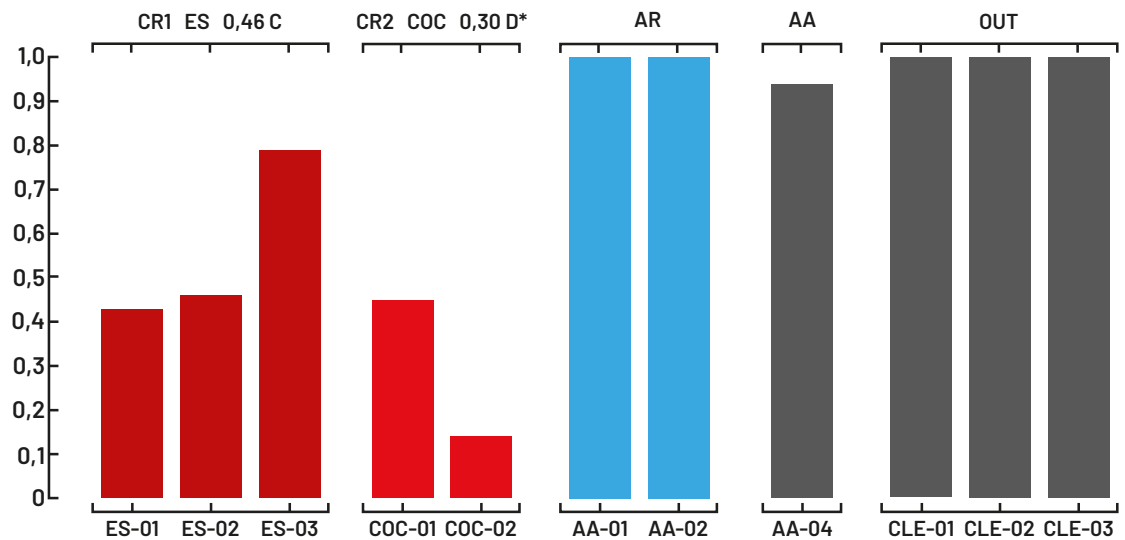


> **Figura 5.12**  
 Rappresentazione geometrica degli Indici di Operatività delle singole componenti per i cinque CT pilota  
 (indicatori.govrisv.cnr.it).

CRITICITÀ (CR)  
RISCONTRATE  
A 475 ANNI

Probabilità di operatività  
media dei nodi del  
sistema a rete

(\*) stimato con curve  
di letteratura



> Figura 5.13  
Indici di Operatività dei nodi primari del CT di Lentini per  $T_R=475$  anni.



## CALCOLO DEL PERCORSO MINIMO CON FORZANTE SISMICA

In presenza di una forzante sismica e quindi di una distribuzione spaziale di Misura di Intensità  $MI$ , che determina in generale la inoperatività di alcuni archi stradali, se esistono  $M$  percorsi alternativi fra i nodi  $i$  e  $j$ , ciascuno con probabilità di operatività  $P_h$ , la lunghezza del percorso minimo sarà data dalla seguente equazione:

$$\frac{l}{L_{ij}(MI)} = \sum_{h=1}^M \frac{P_h}{L_h} \prod_{k=1}^{h-1} (1-P_k) \quad (a)$$

Dove i percorsi vanno ordinati in senso crescente in base alla lunghezza  $L_h$ . Qualora il percorso  $h$ -esimo sia formato da  $n_h$  archi di lunghezza  $l_r$  e probabilità di operatività  $p_r$ , si avrà:

$$L_h = \sum_{r=1}^{n_h} l_r \quad (b)$$

$$P_h = \prod_{r=1}^{n_h} p_r \text{ con } l_r \notin L_k \text{ per } k=1,2,\dots,h-1 \quad (c)$$

In base alla eq. (c) dal calcolo della probabilità  $P_h$  vanno quindi esclusi i rami comuni a percorsi precedenti.

## PERFORMANCE E LIVELLI ESSENZIALI DI SICUREZZA AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE

### 6.1 - VALUTAZIONE DELLA PERFORMANCE NEI CONTESTI TERRITORIALI AI FINI DELLA GESTIONE DELLE EMERGENZE

#### 6.1.1 - Obiettivi

Con la definizione della nuova geografia di riferimento per la pianificazione e la gestione dell'emergenza, introdotta con gli Ambiti Territoriali Ottimali dal D.Lgs. n. 1/2018, è possibile costruire un nuovo quadro di analisi e valutazione delle condizioni di sicurezza ai fini di protezione civile. Tale quadro è caratterizzato innanzi tutto dalla stabilità nel tempo e soprattutto da omogeneità su tutto il territorio nazionale, dando avvio ad una politica di allocazione delle risorse realmente dipendente dalle esigenze finalizzate al conseguimento di livelli essenziali di sicurezza per la protezione civile. Come esposto nei capitoli precedenti, la metodologia e la conseguente applicazione dei cosiddetti "Contesti Territoriali" (CT) non è altro che il primo e decisivo passo per l'individuazione di tale nuova geografia.

I CT, territori composti da uno o più Comuni, sono stati individuati secondo una metodologia che esplicita i criteri adoperati, utilizza fonti informative certificate e garantisce la replicabilità. Tale metodologia analizza le relazioni esistenti dal punto di vista socio-economico e demografico a partire da dati e metodologie ISTAT, tiene conto delle preesistenti condizioni organizzative riferite alla protezione civile ed effettua verifiche, fra cui quelle di raggiungibilità della popolazione dagli Edifici Strategici fondamentali e di coerenza con il sistema dei limiti amministrativi. I principali sistemi di valutazione delle condizioni di sicurezza per i CT sono stati definiti in funzione:

- della capacità operativa del Sistema di Gestione dell'Emergenza;
- del sistema di prevenzione, di organizzazione e delle procedure (come sintetizzati nel Piano di Protezione Civile).

Questi sistemi di valutazione sono stati carat-

terizzati attraverso due indici di sintesi:

- l'Indice di qualità del Piano di Protezione Civile, descritto nel § 5.1;
- l'Indice di Operatività del Contesto Territoriale (*IOCT*), descritto nel § 5.2.

Nel presente progetto tali indici sono stati elaborati solo in alcuni CT per ciascuna Regione. Questo perché i tempi e i finanziamenti non hanno permesso l'elaborazione su tutti i territori delle cinque Regioni. Per tale motivo si auspica che un futuro finanziamento consenta l'estensione a tutti i CT, possibilmente anche nelle altre Regioni italiane, per avere il quadro completo dei fabbisogni con lo scopo di garantire i livelli essenziali per la sicurezza ai fini di protezione civile per tutta la popolazione.

Pur in assenza degli indici sopra citati, al fine di avere un quadro conoscitivo adeguato su alcuni elementi fondamentali che concorrono alla definizione delle performance dei CT ai fini della gestione delle emergenze, si è ritenuto opportuno costruire un sistema informativo di supporto alla valutazione che contenesse indicatori utili per le analisi di base. In tale sistema informativo sono inclusi anche gli indicatori di sintesi sulla valutazione delle performance (i.e., operatività di CT e qualità del PPC), anche se limitati a pochi CT.

Pertanto, per il sistema dei CT così individuato nelle cinque Regioni e per i Comuni, gli indicatori di base selezionati riguardano i) le valutazioni delle tre componenti del rischio (pericolosità, esposizione e vulnerabilità), ii) le risorse a disposizione e iii) l'efficienza del sistema di risposta alle emergenze. Tale insieme di indicatori, descritto nel seguito e consultabile su <http://indicatori.govrisv.cnr.it/index.php>, può costituire un primo strumento finalizzato alla valutazione delle performance del Sistema di Gestione delle Emergenze dei Contesti Territoriali.

#### 6.1.2 - Indicatori per le componenti del rischio

Le componenti del rischio sono state raggruppate in due domini: pericolosità, esposizione e

## Domini

## Dimensioni

Pericolosità

Pericolosità idrogeologica

Pericolosità sismica e cosismica

Pericolosità vulcanica

Esposizione e vulnerabilità

Esposizione demografica

Esposizione insediativa

Vulnerabilità sociale

### > Tabella 6.1

Struttura della categoria componenti del rischio.

## Dimensioni

## Indicatori

## Descrizione

**Pericolosità idrogeologica**

Pericolosità idrogeologica elevata e molto elevata

Percentuale di aree del Comune, o del Contesto Territoriale, interessate da pericolosità idrogeologica elevata (P3) e molto elevata (P4).

Pericolosità idraulica elevata e molto elevata

Percentuale di aree del Comune, o del Contesto Territoriale, interessate da pericolosità idraulica elevata (P3) e molto elevata (P4).

Distribuzione delle frane

Combinazione di due indicatori, secondo la formula:

$$ILD = (IFFI + PAI-L \times w_1) + (GEOP34 \times w_2)$$

dove:

*IFFI* è la percentuale di aree mappate nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, a cura di ISPRA;

*PAI-L* è la percentuale di aree AA, P1 e P2, mappate nella Mosaicatura delle aree a pericolosità da frana dei PAI, a cura di ISPRA;

*GEOP34* è la percentuale di aree P3 e P4, mappate nella Mosaicatura delle aree a pericolosità da frana dei PAI, a cura di ISPRA;

i pesi  $w_1 = 0.35$  e  $w_2 = 0.65$ , sono stati assegnati tramite giudizio esperto.

Suscettibilità da alluvione

Esprime la propensione di un territorio ad essere colpito da alluvioni, rapportando la superficie delle aree a suscettibilità media e alta alla superficie totale del Comune o del Contesto Territoriale. Il calcolo della suscettibilità è stato sviluppato nella fascia altimetrica tra 0 e 350 m s.l.m. rappresentante l'unità territoriale omogenea interessata dalla quasi totalità dei fenomeni di alluvionamento storicamente rilevati sull'area di studio. Per i Comuni e/o i Contesti Territoriali che non sono compresi nella fascia altimetrica tra 0 e 350 m s.l.m., il valore è NULLO.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Pericolosità sismica e cosismica	Scuotimento sismico in superficie	Esprime il valore della PGA (Peak Ground Acceleration) in superficie (pericolosità di base e effetti di amplificazione locale) come media sulla superficie del Comune o del Contesto Territoriale. La PGA (g) è calcolata con probabilità di eccedenza $p=0.10$ in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=475$ anni).
	Frane sismo-indotte	Superficie (kmq), del territorio Comunale o del Contesto Territoriale, potenzialmente soggetta a frana sismoindotta (azione sismica con periodo di ritorno $T_R=475$ anni). Questa area è stata calcolata mediante la metodologia statistica (regressione logistica) proposta da Nowicki et. al., 2018 e successivamente modificata dall'USGS. Per l'Italia questa metodologia è stata specializzata utilizzando alcune variabili proxy estrapolate da dataset nazionali. Il valore di superficie potenzialmente soggetta a frana sismoindotta è derivato dalla somma dei valori delle singole aree (porzione di area potenzialmente in frana per pixel) aggregate per Comune e per Contesto Territoriale.
	Liquefazione	Superficie (kmq), del territorio Comunale o del Contesto Territoriale, potenzialmente soggetta a liquefazione (azione sismica con periodo di ritorno $T_R=475$ anni). Questa area è stata calcolata attraverso la metodologia statistica (regressione logistica) proposta da Zhu et. al., 2017 e successivamente modificata dall'USGS. Per l'Italia questa metodologia è stata specializzata utilizzando alcune variabili proxy estrapolate da dataset nazionali. Il valore di superficie potenzialmente soggetta a liquefazione è derivato dalla somma dei valori delle singole aree (porzione di area in liquefazione per pixel) aggregate per Comune e per Contesto Territoriale.
Pericolosità vulcanica	Spessore delle ceneri	Spessore di cenere (mm) con probabilità di superamento del 5%, condizionato all'occorrenza di un'eruzione di taglia MEDIA al Vesuvio e Campi Flegrei (i.e. Pollena, Astroni), aggregato per Comune e per Contesto Territoriale. L'indicatore è calcolato solo per la Regione Campania (i.e. Vesuvio e Campi Flegrei).
	Invasione flussi piroclastici	Percentuale dell'area del Comune, o del Contesto Territoriale, interessata dall'invasione di flussi piroclastici con probabilità di superamento del 5%, condizionata all'occorrenza di un'eruzione di taglia MEDIA al Vesuvio e Campi Flegrei (i.e. Pollena, Astroni) e alle Isole Eolie (i.e. riattivazione del Cono de La Fossa di Vulcano). L'indicatore è calcolato solo per la Regione Campania (i.e. Vesuvio e Campi Flegrei) e la Regione Siciliana (i.e. Isole Eolie).
	Invasione colate laviche	Percentuale dell'area del Comune, o del Contesto Territoriale, interessata dall'invasione delle colate laviche. Il valore di superficie è derivato dalla somma dei valori delle singole aree pesate per la probabilità di occorrenza (porzione di area occupata dalle colate per pixel). L'indicatore è calcolato solo per la Regione Siciliana (i.e. Etna).

> **Tabella 6.2**

Dimensioni e indicatori per il dominio pericolosità.



<b>Dimensioni</b>	<b>Indicatori</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Esposizione demografica</b>	Densità demografica	Rapporto tra il numero di residenti e la superficie (kmq) urbanizzata del Comune o del Contesto Territoriale (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 1,2 e 3 delle località ISTAT).
	Crescita della popolazione	Tasso di crescita medio decennale della popolazione, calcolato attraverso la media delle variazioni percentuali intercensuarie della popolazione residente tra 1991 e 2001, tra 2001 e 2011 e tra 2011 e 2021.
	Intensità del pendolarismo	Rapporto tra le presenze giornaliere (calcolate come la somma degli occupati che risiedono e lavorano nel territorio e gli occupati che risiedono altrove ma lavorano in quello stesso territorio) e gli occupati residenti del medesimo territorio. L'indicatore permette di individuare quei territori in cui nelle ore diurne si concentrano i flussi in arrivo e di ottenere una stima più accurata della popolazione esposta.
	Intensità turistica	Rapporto tra le presenze (calcolate come la somma tra i clienti, italiani e stranieri, negli esercizi alberghieri e la popolazione residente) e la popolazione residente. L'indicatore permette di individuare il carico turistico agente sul territorio e di ottenere una stima più accurata della popolazione esposta. Da segnalare la mancanza del dato della Regione Siciliana.
<b>Esposizione insediativa</b>	Frammentazione dell'abitato	Rapporto percentuale tra il numero di poligoni che compongono l'urbanizzato (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 1,2 e 3 delle località ISTAT) e la loro superficie (ha).
	Densità dell'edificato	Rapporto tra il numero di edifici e la superficie (kmq) urbanizzata (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 1,2 e 3 delle località ISTAT).
	Superfici urbanizzate	Percentuale di superfici urbanizzate (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 1,2 e 3 delle località ISTAT) sulla superficie totale del Comune o del Contesto Territoriale.
	Crescita delle superfici urbanizzate	Tasso di crescita medio decennale delle superfici urbanizzate, calcolato attraverso la media delle variazioni percentuali delle superfici urbanizzate (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 1,2 e 3 delle località ISTAT) tra 1991 e 2001 e tra 2001 e 2011.
<b>Vulnerabilità sociale</b>	Dipendenza strutturale della popolazione	Rapporto tra la popolazione in età non attiva (0-14 anni e 65 anni e più), non autonoma per ragioni anagrafiche, e quella in età attiva (15-64 anni), potenzialmente indipendente, moltiplicato per 100.
	Incidenza della popolazione con diploma o laurea	Percentuale di persone di 25-64 anni che hanno completato almeno la scuola secondaria di II grado (titolo non inferiore a ISCED 3) sul totale delle persone di 25-64 anni.
	Incidenza della popolazione in nuclei e case sparse	Percentuale tra la popolazione residente nei nuclei abitati e nelle case sparse (da fonte ISTAT: poligoni afferenti ai tipi 2 e 4 delle località ISTAT) e il totale della popolazione residente.
	Digital divide da rete fissa e mobile	Percentuale di popolazione esclusa dalla banda larga da rete fissa e mobile.

> **Tabella 6.3**

Dimensioni e indicatori per il dominio esposizione e vulnerabilità.

## Domini

## Dimensioni

Sistema delle strutture

Edifici Strategici

Connessioni

Aree di Emergenza

Sistema organizzativo

Risorse umane

Risorse finanziarie

Risorse materiali

**> Tabella 6.4**  
Struttura della categoria delle risorse e funzioni strategiche.

vulnerabilità. Per ciascuno di questi vi sono 3 sub-ripartizioni in dimensioni tematiche (Tabella 6.1). Nel dominio pericolosità ricadono gli indicatori di pericolosità naturale. Il raggruppamento è finalizzato a restituire un quadro sintetico rispetto alle condizioni di pericolo utile alla successiva valutazione delle risorse in termini di appropriatezza dei fabbisogni e di valutazione di efficienza rispetto agli obiettivi. Le dimensioni in cui si articola sono (Tabella 6.2):

- pericolosità idrogeologica;
- pericolosità sismica e cosismica;
- pericolosità vulcanica.

Il dominio esposizione e vulnerabilità rappresenta gli elementi a rischio in una data area, vite umane e insediamenti, e la loro propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

Le dimensioni in cui si articola sono (Tabella 6.3):

- esposizione demografica;
- esposizione insediativa;
- vulnerabilità sociale.

### 6.1.3 - Indicatori delle risorse e delle funzioni strategiche

Per fronteggiare l'emergenza sono necessarie risorse specifiche dimensionate rispetto all'Ambito Territoriale considerato. Per cui l'obiettivo di questi indicatori è quello di conoscere e quantificare le risorse e le capacità organizzative esistenti per fronteggiare le emergenze. Gli indicatori sono stati messi a punto a partire dalla Condizione Limite per l'Emergenza (di seguito CLE), introdotta con l'O.P.C.M. n. 4007/2012<sup>11</sup>, selezionando gli elementi che

possono avere rilevanza in funzione dell'Ambito Territoriale Ottimale.

I due domini che descrivono in modo efficace le risorse a disposizione sono (Tabella 6.4):

- Sistema delle strutture;
- Sistema organizzativo.

Il Sistema delle strutture (Tabella 6.5) per la gestione dell'emergenza comprende gli Edifici Strategici, le connessioni e le Aree di Emergenza presenti sul territorio e necessari per fronteggiare l'emergenza.

Il Sistema organizzativo (Tabella 6.6) è funzione di variabili umane, relative alle persone che operano nel sistema, variabili tecniche che si riferiscono alle tecnologie e ai mezzi impiegati, e variabili finanziarie di cui il sistema dispone; quindi, il Sistema organizzativo è sub-ripartito in:

- risorse umane;
- risorse finanziarie;
- mezzi e materiali.

### 6.1.4 - Indicatori di efficienza e funzionalità

Sulla base dell'analisi di rischio e delle risorse in dotazione, sono state individuate le dimensioni per misurare la capacità di risposta in termini di efficienza e funzionalità del sistema. Nel caso del Sistema di Gestione dell'Emergenza, considerabile alla stregua di un servizio erogato "L'analisi della qualità effettiva (...) indica in che modo e in che misura un'organizzazione eroga servizi di qualità, che danno cioè una risposta pronta, coerente ed esauriente alle richieste potenziali degli utenti e minimizza il disturbo, il numero dei passaggi necessari, i disagi o gli imprevisti pro-

11. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 29 febbraio 2012 n. 4007.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Edifici Strategici	Dotazione per l'intervento operativo	Numero di distaccamenti dei Vigili del Fuoco.
	Dotazione per il soccorso sanitario	Numero di strutture costituenti la rete di emergenza-urgenza.
Conessioni	Densità della rete stradale principale	Rapporto tra la lunghezza (km) delle strade principali (autostrade, statali, regionali e provinciali) e la superficie comunale e di CT (kmq).
	Presenza di accessi autostradali	Numero di accessi autostradali presenti nel territorio di ciascun Comune e di ciascun Contesto Territoriale.
Aree di Emergenza	Dotazione pro-capite delle Aree di Ammassamento	Rapporto tra la superficie delle Aree di Ammassamento (mq) e la popolazione. Per i Comuni e i Contesti Territoriali in cui non è stata effettuata l'analisi Condizione Limite per l'Emergenza il valore è NULLO.
	Dotazione pro-capite delle Aree di Ricovero	Rapporto tra la superficie delle Aree di Ricovero (mq) e la popolazione. Per i Comuni e i Contesti Territoriali in cui non è stata effettuata l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza il valore è NULLO.

> **Tabella 6.5**

Dimensioni e Indicatori per il dominio Sistema delle strutture per la gestione dell'emergenza.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Risorse umane	Incidenza del Servizio di protezione civile	Percentuale di tempo di lavoro dedicata dal personale delle amministrazioni comunali al Servizio di Protezione Civile rispetto al tempo di lavoro complessivo dedicato alle "Funzioni riguardanti la gestione del territorio e dell'ambiente". Il dato non è presente per i 390 Comuni della Regione Siciliana + 793 altri Comuni delle Regioni PON; l'aggregazione sui CT è calcolata tramite la media dei valori comunali di ciascun Contesto.
	Dotazione di Organizzazioni di volontariato	Numero di associazioni di volontariato, con funzioni inerenti alla Protezione Civile, ogni 10.000 abitanti.
Risorse finanziarie	Spesa per il Servizio di protezione civile	Percentuale di spesa per il Servizio di Protezione Civile rispetto alla spesa totale per l'anno 2016.
	Spesa pro-capite per il Servizio di protezione civile	Spesa pro-capite (€) per il Servizio di Protezione Civile per l'anno 2016. Il dato non è presente per i 390 Comuni della Regione Siciliana + 31 altri Comuni delle Regioni PON.
Mezzi e materiali	Dotazione di mezzi per il Servizio di protezione civile	Numero di mezzi (autoveicoli e ciclomotori di servizio, altri veicoli e natanti di servizio e mezzi speciali) dedicati al Servizio di Protezione Civile ogni 10.000 abitanti. Il dato non è presente per i 390 Comuni della Regione Siciliana + 29 altri Comuni delle Regioni PON.

> **Tabella 6.6**

Dimensioni e indicatori per il dominio Sistema organizzativo,

Categoria	Domini	Dimensioni
Efficienza e funzionalità	Preparazione	Edifici Strategici
		Aree di Emergenza
	Tempestività	Risorse umane
		Risorse finanziarie
	Operatività	Operatività strutturale
		Operatività strutturale delle singole componenti
		Qualità della pianificazione di protezione civile

> **Tabella 6.7**  
Struttura della categoria di efficienza e funzionalità.

vocati da disservizi” (CIVIT, 2010). Tale analisi non comprende la qualità dei processi di erogazione, che ricadono solo indirettamente sul cittadino, né la percezione soggettiva degli utenti. Per gli indicatori di efficienza e funzionalità sono stati identificati tre domini (Tabella 6.7):

- preparazione;
- tempestività;
- operatività.

Per fronteggiare un'emergenza è necessaria un'attività di preparazione al fine di dimensionare correttamente le attività connesse alla vera e propria emergenza: la valutazione delle esigenze e la conseguente definizione delle priorità di intervento, la ricognizione dello stato del territorio colpito tramite le informazioni che provengono dalle strutture territoriali, l'analisi delle informazioni utili nei documenti di pianificazione disponibili per scegliere i luoghi e le strutture più adatte per la gestione dell'emergenza, sono azioni fondamentali per definire le strategie di intervento.

In quest'ottica le dimensioni in cui si articola il dominio di preparazione sono (Tabella 6.8):

- conoscenza del territorio;
- pianificazione.

Nella valutazione delle performance di un sistema risulta determinante misurare le prestazioni erogate con le risorse disponibili, e nello specifico caso del Sistema di Gestione dell'Emergenza, date le caratteristiche del servizio offerto, non si può prescindere dalla tempestività dell'intervento.

Le dimensioni in cui si articola sono (Tabella 6.9):

- tempi di percorrenza<sup>12</sup>;
- incidenza delle interferenze sulle connessioni stradali fondamentali.

Misurare l'operatività del Sistema di Gestione delle Emergenze significa non solo valutare la fragilità strutturale degli elementi strategici presenti nel territorio, ma anche l'efficienza della pianificazione di emergenza e del sistema di risposta in caso di evento.

La struttura oggetto di valutazione è infatti il Grafo Ottimale del Sistema di Gestione dell'Emergenza del CT, definito a partire dalle analisi della CLE comunali o dagli strumenti di pianificazione di protezione civile esistenti e costituito da: i nodi primari, ovvero i baricentri dei tre Edifici Strategici (Coordinamento, Soccorso sanitario e Intervento operativo) e le Aree di Emergenza (Area di Ammassamento e Aree di Ricovero), gli elementi lineari, ovvero le infrastrutture stradali di collegamento, e ulteriori elementi puntuali secondari, detti nodi secondari, che sono le intersezioni tra gli elementi lineari.

La valutazione dell'Operatività strutturale del sistema è effettuata per due tempi di ritorno dell'azione sismica: 100 anni e 475 anni. I risultati sono espressi con degli Indici di Operatività che vengono tradotti in classi di operatività da A a E in funzione del valore che assume l'indice tra 0 e 1. L'Indice e la Classe di Operatività del Contesto Territoriale (*IOCT*-COPT) rappresentano la valutazione complessiva del sistema, le cui singole componenti (Edifici Strategici, aree, connessioni, accessibilità)

12. Gli standard temporali di soccorso presi a riferimento sono quelli indicati in:

- The European Emergency Data (EED) Project, 2002;
- Ministero della Salute, Piano per il miglioramento del Sistema Emergenza-Urgenza, 2005;
- FIMEUC (Federazione Italiana Medicina di Emergenza Urgenza e delle Catastrofi), Standard organizzativi delle strutture di Emergenza-Urgenza, 2012.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Conoscenza del territorio	Studi di Microzonazione Sismica (MS)	Presenza di studi di Microzonazione Sismica (MS). L'aggregazione sui Contesti Territoriali è calcolata tramite la percentuale di Comuni di ciascun Contesto che ha effettuato lo studio, a prescindere dal livello di approfondimento.
	Analisi della CLE	Presenza di analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE). L'aggregazione sui Contesti Territoriali è calcolata tramite la percentuale di Comuni di ciascun Contesto che ha effettuato l'analisi.
	Classe di stato di attuazione	In riferimento allo stato di attuazione delle fasi del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio sismico e vulcanico ai fini di protezione civile", o a studi e analisi comunque effettuati. L'aggregazione sui CT è calcolata tramite la media dei valori comunali di ciascun Contesto.
Pianificazione	Presenza del Piano di Protezione Civile	Presenza e stato di aggiornamento del Piano di Protezione Civile. Il dato non è presente per 29 Comuni delle Regioni PON. L'aggregazione sui Contesti Territoriali è calcolata tramite la media dei valori comunali di ciascun Contesto, assegnando il valore 0 nel caso di assenza di piano, 0.5 nel caso di piano presente ma con aggiornamento precedente al 2016 e 1 nel caso di piano successivo al 2016.

> Tabella 6.8

Dimensioni e indicatori per il dominio preparazione.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Tempi di percorrenza	Tempi di percorrenza per il soccorso sanitario	Media semplice dei tempi di percorrenza (minuti) tra il baricentro di ciascuna località abitata e l'edificio per il soccorso sanitario più vicino.
	Tempi di percorrenza pro-capite per il soccorso sanitario	Media dei tempi di percorrenza (minuti) tra il baricentro di ciascuna località abitata e l'edificio per il soccorso sanitario più vicino, pesata sulla popolazione.
	Tempi di percorrenza per l'Intervento operativo	Media semplice dei tempi di percorrenza (minuti) tra il baricentro di ciascuna località abitata e l'edificio per l'intervento operativo (distaccamento VVF) più vicino.
	Tempi di percorrenza pro-capite per l'intervento operativo	Media dei tempi di percorrenza (minuti) tra il baricentro di ciascuna località abitata e l'edificio per l'intervento operativo (distaccamento VVF) più vicino, pesata sulla popolazione.
Incidenza delle interferenze sulle connessioni stradali fondamentali	Incidenza di frane sismo-indotte e liquefazione sulle connessioni stradali fondamentali	Media semplice delle percentuali di archi stradali di ciascun percorso per i quali la probabilità che si verifichi almeno una delle due impedenze (frane sismo-indotte e liquefazione) supera il 50%, calcolata su tutti i percorsi stradali utili a connettere i baricentri delle località abitate con l'edificio per il soccorso sanitario e l'edificio per l'intervento operativo più vicini.
	Incidenza pro-capite di frane sismo-indotte e liquefazione sulle connessioni stradali fondamentali	Media pro-capite delle percentuali di archi stradali di ciascun percorso per i quali la probabilità che si verifichi almeno una delle due impedenze (frane sismo-indotte e liquefazione) supera il 50%, calcolata su tutti i percorsi stradali utili a connettere i baricentri delle località abitate con l'edificio per il soccorso sanitario e l'edificio per l'intervento operativo più vicini e pesata sulla popolazione.

> Tabella 6.9

Dimensioni e indicatori per l'obiettivo generale tempestività.

Dimensioni	Indicatori	Descrizione
Operatività strutturale <sup>13</sup>	Indice di Operatività del Contesto Territoriale	Rapporto tra l'efficienza del sistema di emergenza in condizioni post-evento e l'efficienza del sistema in condizioni ordinarie (pre-evento). L'efficienza del sistema in condizioni ordinarie è definita dal livello di connessione tra le coppie di oggetti del sistema di emergenza che devono rimanere connessi. L'efficienza del sistema in condizioni post evento è invece definita dal livello di connessione perturbato per effetto della perdita di funzionalità degli oggetti in funzione dei vari scenari di pericolosità.
Operatività strutturale delle singole componenti	Operatività degli Edifici Strategici	Rapporto tra l'efficienza della componente degli Edifici Strategici del sistema in condizioni post-evento e l'efficienza degli stessi in condizioni ordinarie (pre-evento).
	Operatività dei Centri Operativi Comunali	Rapporto tra l'efficienza della componente dei Centri Operativi Comunali del sistema in condizioni post-evento e l'efficienza degli stessi in condizioni ordinarie (pre-evento).
	Operatività delle Aree di Ricovero	Rapporto tra l'efficienza della componente delle Aree di Ricovero del sistema in condizioni post-evento e l'efficienza delle stesse in condizioni ordinarie (pre-evento).
	Operatività dell'Area di Ammassamento	Rapporto tra l'efficienza della componente delle Aree di Ammassamento del sistema in condizioni post-evento e l'efficienza delle stesse in condizioni ordinarie (pre-evento).
	Operatività delle Infrastrutture di Connessione	Rapporto tra l'efficienza della componente delle connessioni del sistema in condizioni post-evento e l'efficienza delle stesse in condizioni ordinarie (pre-evento).
	Operatività delle Infrastrutture di Accessibilità	Rapporto tra l'efficienza della componente delle accessibilità al sistema in condizioni post-evento e l'efficienza delle stesse in condizioni ordinarie (pre-evento).
Qualità della pianificazione di Protezione Civile	Qualità del Piano di Protezione Civile <sup>14</sup>	Media semplice dei valori delle 8 caratteristiche che definiscono la qualità dei Piani di Protezione Civile. Le caratteristiche considerate sono: la presenza dei fattori di base (per l'inquadramento e la definizione degli scenari), delle modalità di attuazione e organizzazione, delle procedure operative, la coerenza interna tra i contenuti del Piano, l'efficacia comunicativa, il livello di coordinamento inter-organizzativo e la conformità. La valutazione di ciascuna caratteristica viene effettuata sui dati raccolti attraverso la compilazione della Scheda di analisi (piani.govrsv.cnr.it) sviluppata nell'ambito delle Attività A3.2 e A4.3. L'aggregazione sui Contesti Territoriali è calcolata tramite la media dei valori comunali di ciascun Contesto.

> **Tabella 6.10**  
Dimensioni e indicatori per il dominio di operatività.

vengono espresse in termini di indici e classi di operatività parziali (Tabella 6.10). La valutazione della pianificazione di emergenza viene effettuata attraverso uno specifico indicatore basato sulle informazioni derivate dalla Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile.

### 6.1.5 - Alcune valutazioni di sintesi

Alcune prime valutazioni di sintesi sono state effettuate selezionando, dalla struttura complessiva dei 51 indicatori, 13 indicatori (3 indicatori per le componenti del rischio, 4 in-

13. Gli indicatori del dominio di operatività, sono elaborati limitatamente a cinque CT Pilota delle cinque Regioni PON (Rionero in Vulture, Cariatì, Vallata, Castellaneta e Lentini).

14. Elaborazione limitata ai 10 CT Pilota (Lauria, Rionero in Vulture, Cariatì, Catanzaro, Giugliano in Campania, Pozzuoli, Castellaneta, Lucera, Castelvetro e Catania).

Indicatore selezionato	Calcolo del reciproco	Nuova denominazione semplificata	Codice
Densità demografica	sì	Dimensionamento demografico appropriato	DDA
Dipendenza strutturale della popolazione	sì	Indipendenza popolazione	IP
Frammentazione dell'abitato	sì	Concentrazione insediativa	CI
Dotazione di Associazioni di volontariato	no	Volontariato	V
Spesa pro-capite per il Servizio di protezione civile	no	Spesa procapite	SP
Dotazione di mezzi per il Servizio di protezione civile	no	Mezzi di intervento	MI
Presenza del Piano di Protezione Civile	no	Pianificazione PC	P
Tempi di percorrenza per il soccorso sanitario	sì	Raggiungibilità soccorso sanitario	RSS
Tempi di percorrenza pro-capite per il soccorso sanitario	sì	Sicurezza personale sanitaria	SPS
Tempi di percorrenza per l'intervento operativo	sì	Raggiungibilità intervento operativo	RIO
Tempi di percorrenza pro-capite per l'intervento operativo	sì	Sicurezza personale intervento operativo	SPIO
Incidenza di frane sismo-indotte e liquefazione sulle connessioni stradali fondamentali	sì	Assenza interferenze infrastrutture	All
Incidenza pro-capite di frane sismo-indotte e liquefazione sulle connessioni stradali fondamentali	sì	Sicurezza personale infrastrutture	SPI

> **Tabella 6.11**  
Nuova denominazione e calcolo del reciproco per gli indicatori selezionati.

indicatori per le Risorse e funzioni strategiche e 6 indicatori per l'Efficienza e funzionalità), come proxy di "condizioni di sicurezza" e di "diffusione territoriale".

Poiché per alcuni indicatori selezionati, valori più elevati rappresentano una condizione di maggiore sicurezza e per altri ciò è vero quando assumono valori meno elevati, per questi ultimi è stato calcolato il reciproco e sono stati ridenominati (Tabella 6.11). In questo modo tutti gli indicatori, quando assumo-

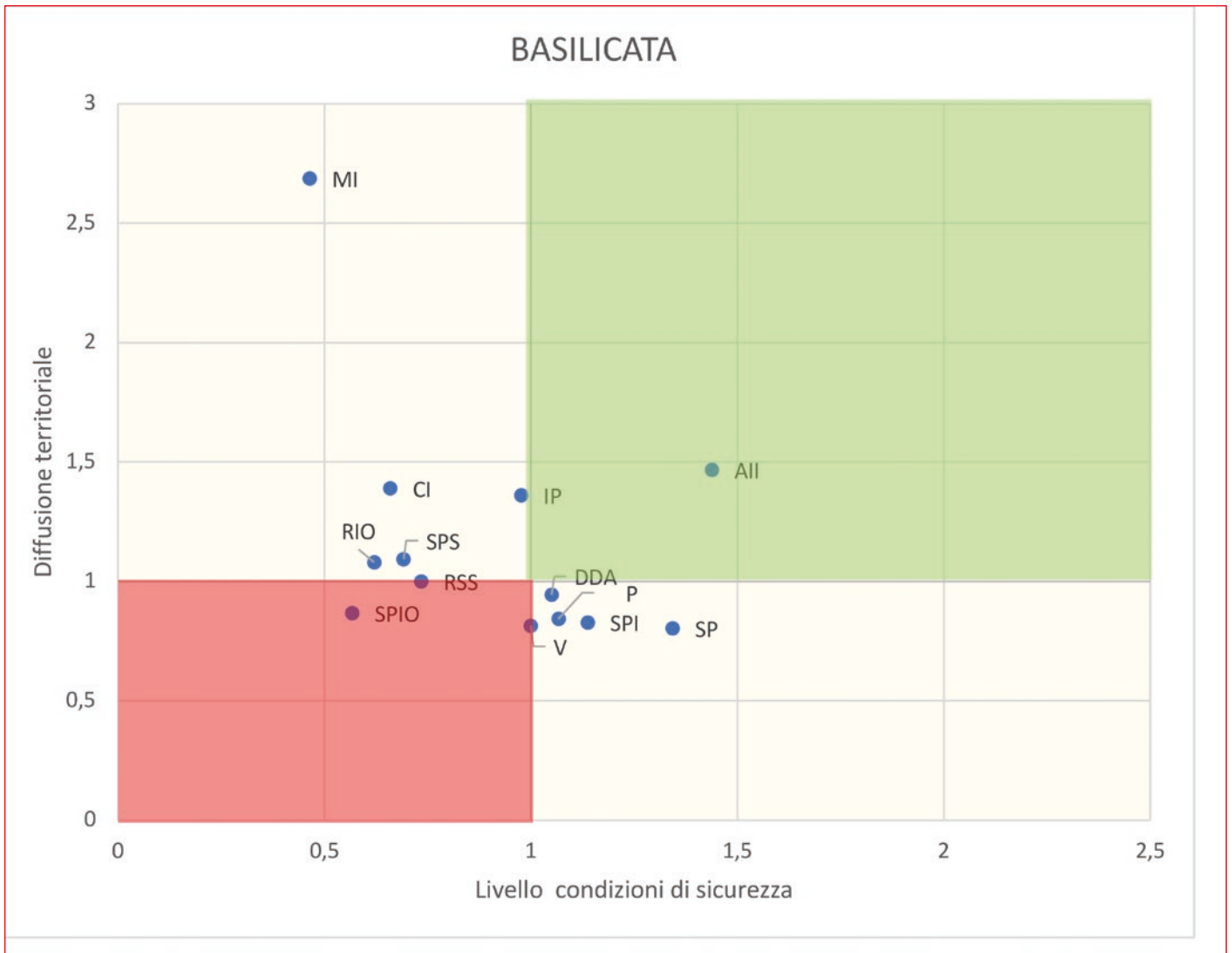
no valori più elevati, descrivono condizioni migliorative e permettono la comparazione semplificata.

Per ciascuno di questi indicatori è stata calcolata la media in ciascuna Regione e poi la media complessiva delle cinque Regioni. Quest'ultima media è stata utilizzata come benchmark convenzionale. Il rapporto fra la media regionale e il benchmark indica quanto, nella Regione, vi sia una condizione migliore o peggiore, in termini di "condizione di sicurezza".

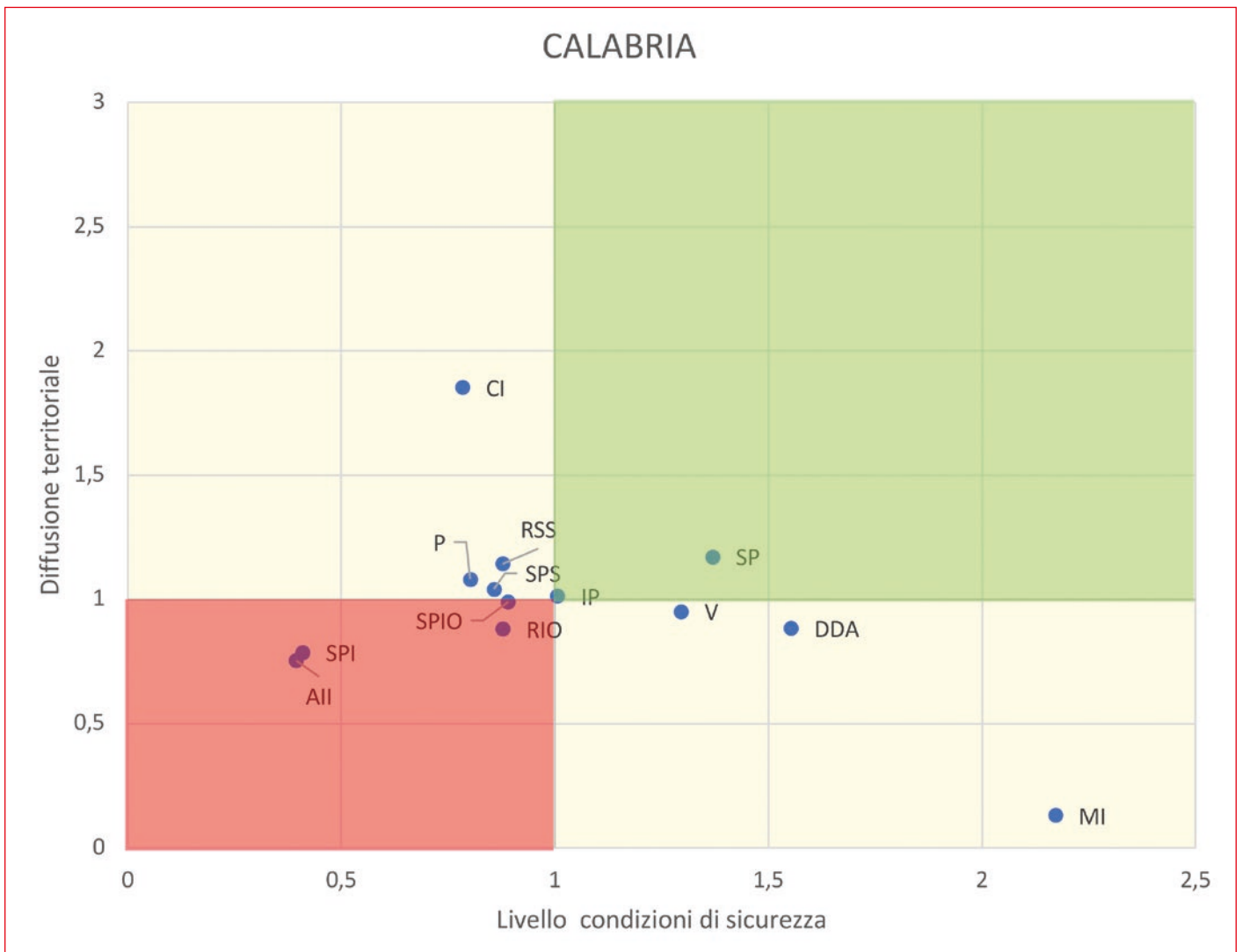
Poi, per ciascuno di questi indicatori si è calcolato in percentuale sul totale dei CT della singola Regione, quanti CT hanno valori superiori alla media nella stessa Regione. Lo stesso calcolo lo si è fatto, per ciascun indicatore, sul totale dei CT delle cinque Regioni. Anche in questo caso, questo ultimo indice rappresenta il benchmark convenzionale. Il rapporto fra l'indice regionale e il benchmark indica se nella singola Regione vi è una maggiore quantità di CT con valori superiori alla media, rispetto a quanto accade se si considerano le cinque Regioni nel complesso. In altri termini, se per uno specifico indicatore si ha un valore maggiore di 1 vuol dire che in quella Regione vi è una maggiore "diffusione territoriale". Per le cinque Regioni viene riportato il grafico di sintesi di tali indicatori. Nei grafici, nel quadrante verde (valori maggiori di 1) ricadono quegli indicatori che caratterizzano una gran parte dei CT della Regione e che vengono

considerati a favore in termini di sicurezza. Ad esempio, in Basilicata in questo quadrante ricade un solo indicatore (All-Assenza Interferenze Infrastrutture), mentre in Puglia ve ne sono 7. Nel quadrante rosso, invece ricadono quegli indicatori con valori minori rispetto alla media del complesso delle Regioni, anche se con minore diffusione territoriale, ossia in un numero limitato di CT rispetto a quanto accade nella media del complesso delle Regioni. Infine, nei quadranti gialli ricadono quegli indicatori che caratterizzano la Regione per una "diffusione territoriale" bassa, ma con una buona "condizione di sicurezza" (quadrante in alto a sinistra), oppure per una alta diffusione territoriale, ma con minore "condizione di sicurezza" (quadrante in basso a destra). Questi indicatori e questi grafici, vengono riportati al solo scopo esemplificativo di possibili elaborazioni a partire dal sistema informativo predisposto in funzione dei Contesti Territoriali.

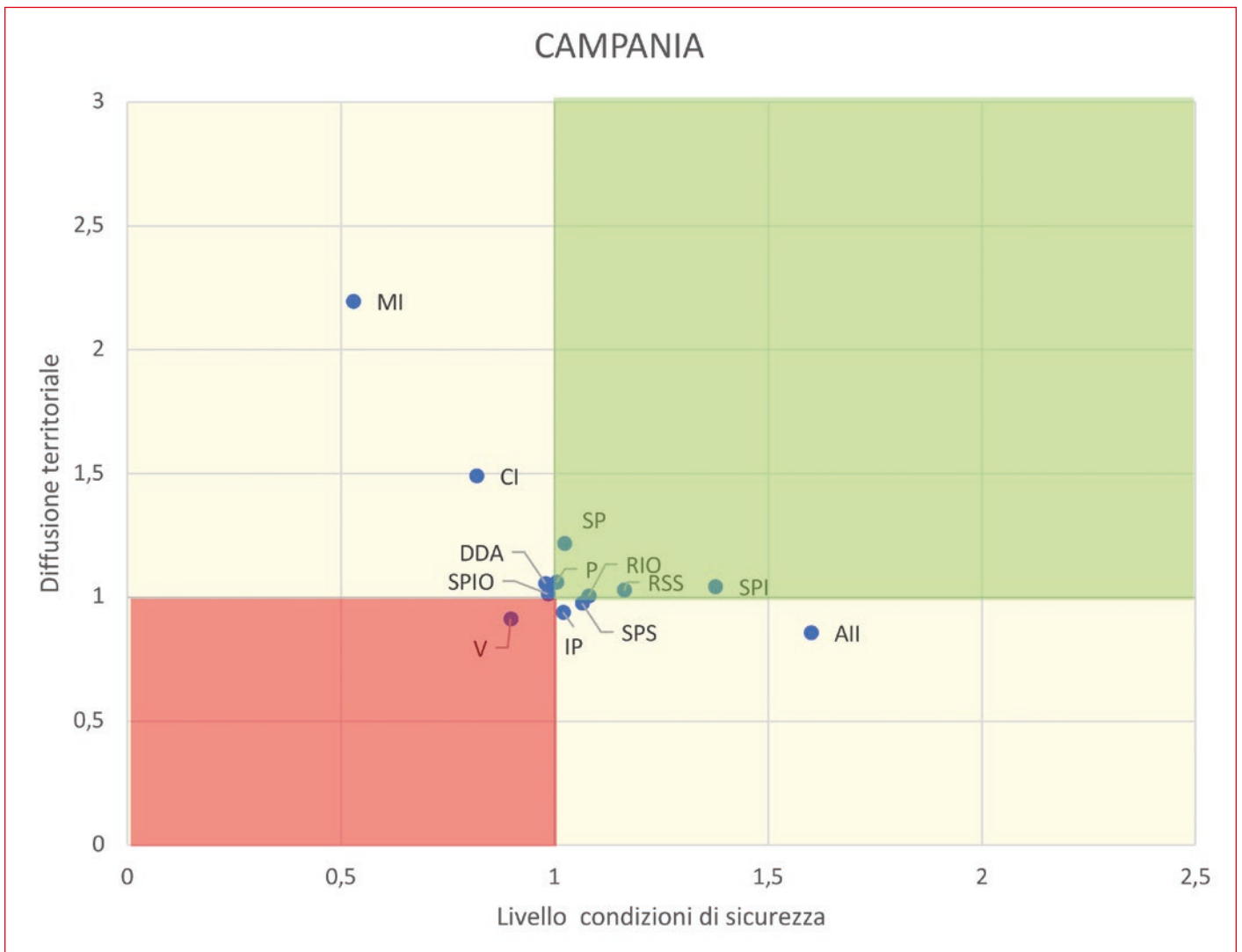




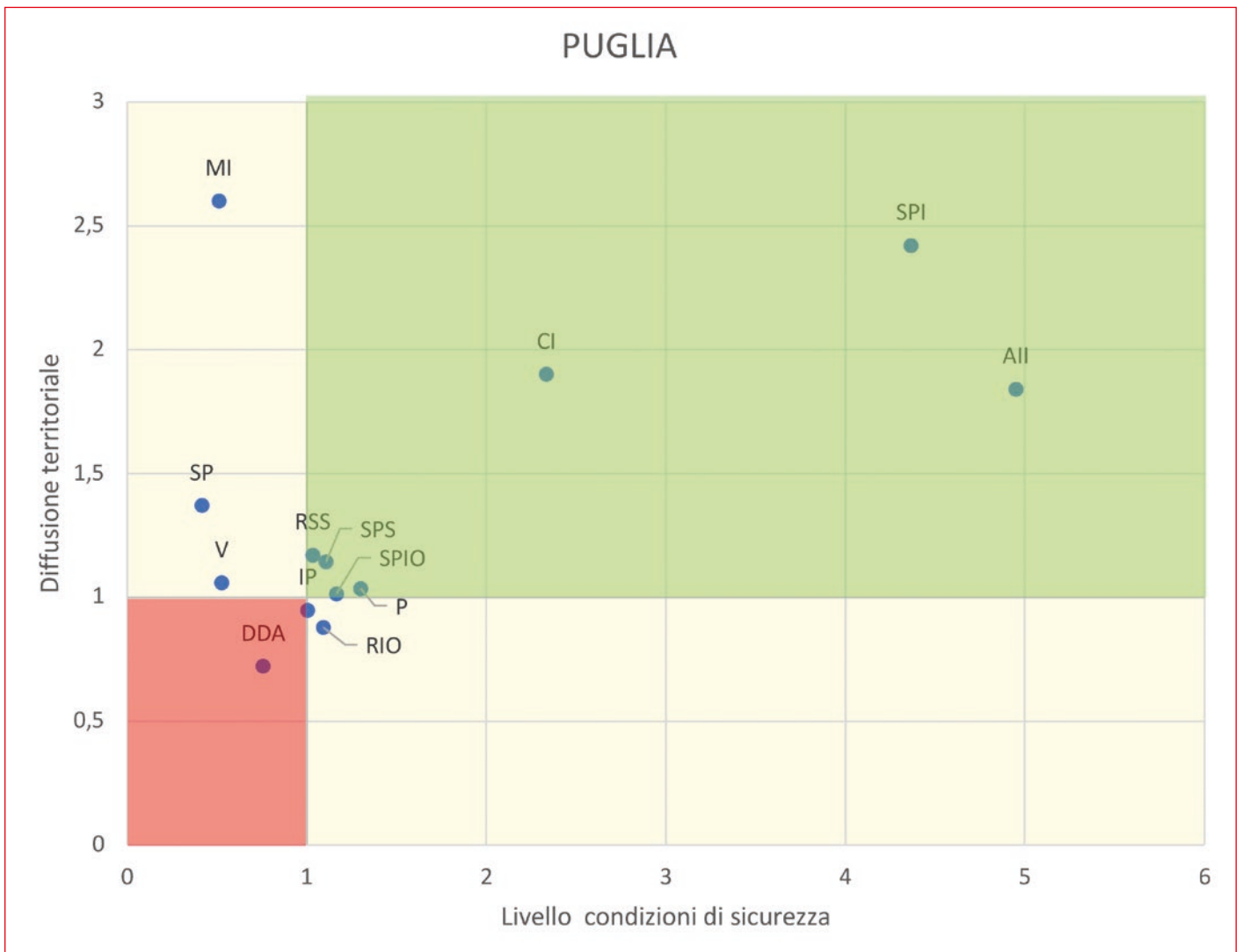
Legenda			
	<b>Condizioni di sicurezza</b>		<b>Livello condizioni di sicurezza</b> Media regionale/media nelle cinque Regioni
<b>AII</b>	Assenza interferenza infrastrutture		<b>Diffusione territoriale</b> Percentuale CT della Regione sopra la media/ percentuale CT delle cinque Regioni sopra la media
<b>CI</b>	Concentrazione insediativa		
<b>DDA</b>	Dimensionamento demografico appropriato		
<b>IP</b>	Indipendenza popolazione		
<b>MI</b>	Mezzi di intervento		Livello superiore alla media Ampia diffusione territoriale
<b>P</b>	Pianificazione PC		
<b>RIO</b>	Raggiungibilità intervento operativo		
<b>RSS</b>	Raggiungibilità soccorso sanitario		Livello superiore, ma minore diffusione territoriale
<b>SP</b>	Spesa procapite		Livello inferiore, ma maggiore diffusione territoriale
<b>SPI</b>	Sicurezza personale infrastrutture		
<b>SPIO</b>	Sicurezza personale intervento operativo		Livello inferiore alla media Bassa diffusione territoriale
<b>SPS</b>	Sicurezza personale sanitaria		
<b>V</b>	Volontariato		



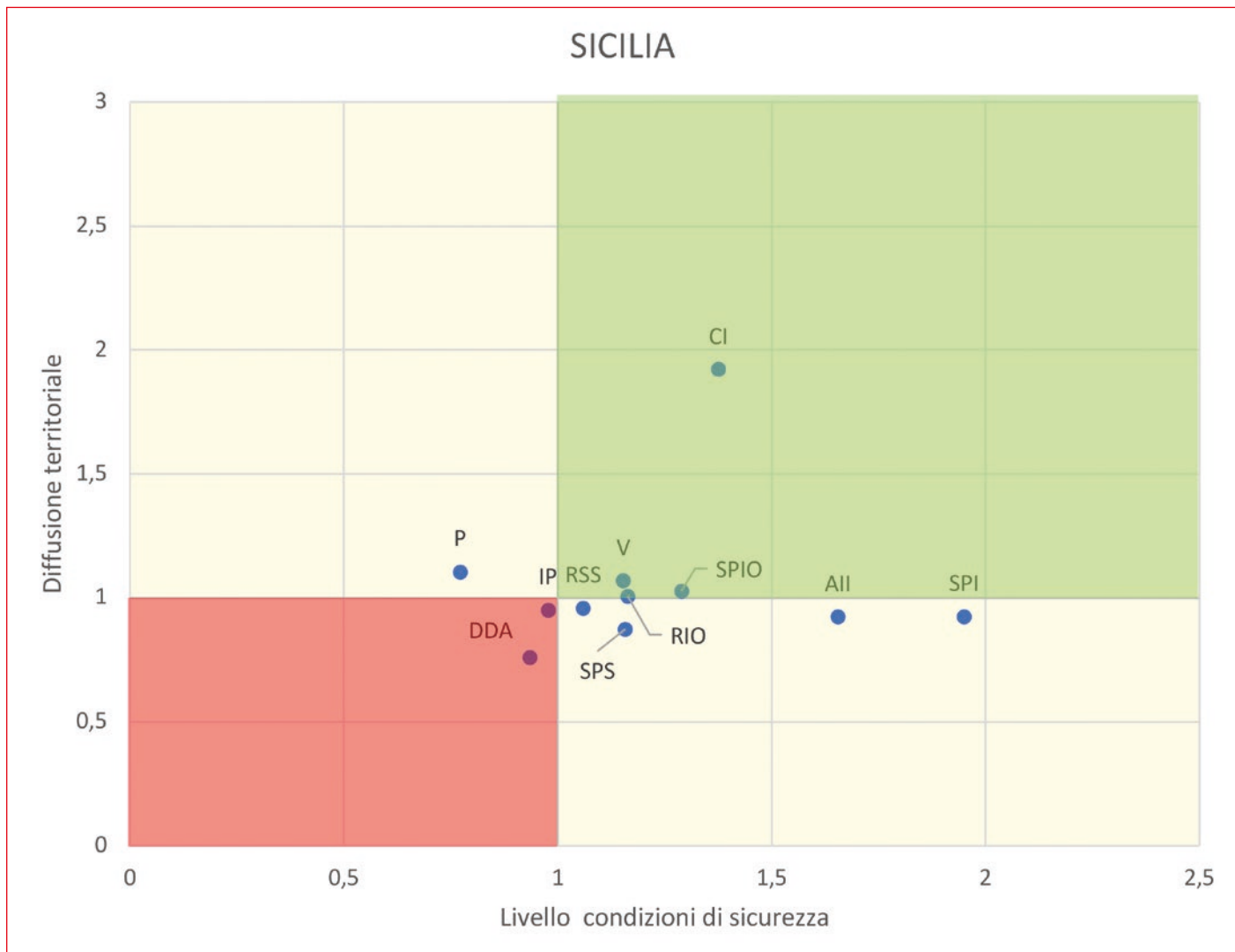
Legenda			
	<b>Condizioni di sicurezza</b>		<b>Livello condizioni di sicurezza</b> Media regionale/media nelle cinque Regioni
<b>AII</b>	Assenza interferenza infrastrutture		<b>Diffusione territoriale</b> Percentuale CT della Regione sopra la media/ percentuale CT delle cinque Regioni sopra la media
<b>CI</b>	Concentrazione insediativa		
<b>DDA</b>	Dimensionamento demografico appropriato		
<b>IP</b>	Indipendenza popolazione		
<b>MI</b>	Mezzi di intervento		Livello superiore alla media Ampia diffusione territoriale
<b>P</b>	Pianificazione PC		Livello superiore, ma minore diffusione territoriale
<b>RIO</b>	Raggiungibilità intervento operativo		Livello inferiore, ma maggiore diffusione territoriale
<b>RSS</b>	Raggiungibilità soccorso sanitario		
<b>SP</b>	Spesa procapite		
<b>SPI</b>	Sicurezza personale infrastrutture		Livello inferiore alla media Bassa diffusione territoriale
<b>SPIO</b>	Sicurezza personale intervento operativo		
<b>SPS</b>	Sicurezza personale sanitaria		
<b>V</b>	Volontariato		



Legenda		Livello condizioni di sicurezza		
	Condizioni di sicurezza	Media regionale/media nelle cinque Regioni		
<b>All</b>	Assenza interferenza infrastrutture	<b>Diffusione territoriale</b> Percentuale CT della Regione sopra la media/ percentuale CT delle cinque Regioni sopra la media		
<b>CI</b>	Concentrazione insediativa			
<b>DDA</b>	Dimensionamento demografico appropriato			
<b>IP</b>	Indipendenza popolazione			
<b>MI</b>	Mezzi di intervento			Livello superiore alla media
<b>P</b>	Pianificazione PC			Livello superiore, ma minore diffusione territoriale
<b>RIO</b>	Raggiungibilità intervento operativo			Livello inferiore, ma maggiore diffusione territoriale
<b>RSS</b>	Raggiungibilità soccorso sanitario			
<b>SP</b>	Spesa procapite			
<b>SPI</b>	Sicurezza personale infrastrutture			
<b>SPIO</b>	Sicurezza personale intervento operativo			Livello inferiore alla media
<b>SPS</b>	Sicurezza personale sanitaria			Bassa diffusione territoriale
<b>V</b>	Volontariato			



Legenda		Livello condizioni di sicurezza	
	Condizioni di sicurezza	Media regionale/media nelle cinque Regioni	
<b>AII</b>	Assenza interferenza infrastrutture	<b>Diffusione territoriale</b> Percentuale CT della Regione sopra la media/ percentuale CT delle cinque Regioni sopra la media	
<b>CI</b>	Concentrazione insediativa		
<b>DDA</b>	Dimensionamento demografico appropriato		
<b>IP</b>	Indipendenza popolazione		
<b>MI</b>	Mezzi di intervento		
<b>P</b>	Pianificazione PC		
<b>RIO</b>	Raggiungibilità intervento operativo		
<b>RSS</b>	Raggiungibilità soccorso sanitario		
<b>SP</b>	Spesa procapite		
<b>SPI</b>	Sicurezza personale infrastrutture		
<b>SPIO</b>	Sicurezza personale intervento operativo		
<b>SPS</b>	Sicurezza personale sanitaria		
<b>V</b>	Volontariato		
		Livello superiore, ma minore diffusione territoriale Livello inferiore, ma maggiore diffusione territoriale	
		Livello inferiore alla media Bassa diffusione territoriale	



Legenda			
	Condizioni di sicurezza	Livello condizioni di sicurezza Media regionale/media nelle cinque Regioni	
<b>AII</b>	Assenza interferenza infrastrutture		
<b>CI</b>	Concentrazione insediativa		
<b>DDA</b>	Dimensionamento demografico appropriato		
<b>IP</b>	Indipendenza popolazione		
<b>MI</b>	Mezzi di intervento		Livello superiore alla media Ampia diffusione territoriale
<b>P</b>	Pianificazione PC		Livello superiore, ma minore diffusione territoriale
<b>RIO</b>	Raggiungibilità intervento operativo		Livello inferiore, ma maggiore diffusione territoriale
<b>RSS</b>	Raggiungibilità soccorso sanitario		
<b>SP</b>	Spesa procapite		
<b>SPI</b>	Sicurezza personale infrastrutture		Livello inferiore alla media Bassa diffusione territoriale
<b>SPIO</b>	Sicurezza personale intervento operativo		
<b>SPS</b>	Sicurezza personale sanitaria		
<b>V</b>	Volontariato		

I principali prodotti realizzati sui rischi sismico e vulcanico (Linee guida, procedure e tools informatici) nell'ambito della programmazione 2014-2020 hanno contribuito, attraverso il loro recepimento con atti delle amministrazioni regionali coinvolte nel Programma, ad un rafforzamento permanente della governance di tali rischi.

In particolare, si sottolineano i seguenti elementi positivi:

- Sono stati portati a conclusione metodologia e applicazione dei Contesti Territoriali su tutto il territorio nazionale. Delle cinque Regioni oggetto del Programma, quattro - Basilicata, Calabria, Campania e Puglia - sono pervenute al loro recepimento, mentre per la Sicilia vi è stata una presa d'atto formale del lavoro svolto. La metodologia è stata assunta come riferimento a livello nazionale (Direttiva PCM del 30 aprile 2021) ed è stata già adottata formalmente da altre due Regioni (Abruzzo e Umbria).
- Sono state predisposte tre innovative Linee guida (Cavità, liquefazione, inversione di velocità), già preannunciate al tavolo interistituzionale sulla Microzonazione Sismica (MS) per la loro approvazione e introduzione come standard nazionale. Sono le Linee guida che vanno a completare quanto fino ad oggi predisposto per la realizzazione degli studi di MS in tutta Italia. Le Linee guida sulle zone di amplificazione sono state adottate a livello nazionale nel corso del 2022. Inoltre, sono state realizzate nuove statistiche sulla banca dati di MS nazionale ai fini della caratterizzazione delle unità geologico-tecniche e per la valutazione dell'amplificazione sismica di sito. Tali dati sono di fondamentale importanza per la definizione e la costruzione di una macrozonazione di Contesto Territoriale.
- Sono state predisposte le Linee guida per l'identificazione della struttura minima di gestione dell'emergenza del Contesto Territoriale ed è stata predisposta la metodologia per l'identificazione del Grafo Ottimale in termini di percorsi. Uno specifico software è stato messo a punto al fine della valutazione delle condizioni ottimali tenendo conto delle forzanti multi-hazard. Inoltre, è stata realizzato il sistema informativo per l'analisi e il rilevamento dell'Operatività non strutturale dei Piani di Protezione Civile (metodologia, scheda e sito web).
- È stata conclusa la realizzazione del sistema di valutazione dell'operatività del Contesto Territoriale, sia per quanto riguarda la parte strutturale (*IOCT*) sia per quanto riguarda la parte non strutturale (Qualità del Piano). Le applicazioni ai Contesti Territoriali sperimentali nelle cinque Regioni e i test hanno completato il programma. Il sistema può adesso diventare uno standard nazionale ed essere esteso a tutti i Contesti Territoriali. In tal modo sarà possibile definire i programmi e le priorità di intervento per il raggiungimento di livelli essenziali di sicurezza ai fini di protezione civile per tutta la popolazione.
- Sono state realizzate le simulazioni per le valutazioni di miglioramento dell'operatività (*IOCT*) dei Contesti Territoriali e la definizione della migliore allocazione delle risorse. Anche in questo caso sono state effettuate le applicazioni sui Contesti Territoriali sperimentali nelle cinque Regioni.
- È stato realizzato il sistema informativo per le valutazioni delle condizioni di operatività dei Contesti Territoriali e dei Comuni. Il sistema di consultazione è costituito da una parte divulgativa (infografiche) e una parte specialistica con GIS e statistiche.

## BIBLIOGRAFIA

- Acunzo G., Fiorini N., Mori F., Spina D. (2018) - Modal mass estimation from ambient vibrations measurement: A method for civil buildings, *Mechanical Systems and Signal Processing* 98C, pp 580-593.
- Amanti, M., Battaglini, L., et alii, 2008. The lithological map of Italy at 1:100 000 scale: an example of re-use of an existing paper geological map, 33rd International Geological Conference, IEI02310L, 6-14 August, Oslo (Norway).
- Gutenberg B. and Richter C.F. (1954) - *Seismicity of the Earth and Associated Phenomena*, 2nd ed. (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1954), pp. 17-19 ("Frequency and energy of earthquakes").
- Baker J.W., (2015) - Efficient analytical fragility function fitting using dynamic structural analysis. *553 Earthq. Spectra* 31, 579-599. <https://doi.org/10.1193/021113EQS025M>.
- Barca, F. (2009) - *An agenda for a reformed cohesion policy. A place-based approach to meeting European Union challenges and expectations*. Brussels: EU Commission for Regional Policy.
- Bazzurro P. e Cornell A. (1999) - Disaggregation of seismic hazard. *Bulletin of the Seismological Society of America* 89(2), 501-520.
- Berke P. R. and Godschalk D. R. (2009) - Searching for the Good Plan: A Meta-analysis of Plan Quality Studies. *Journal of Planning Literature* 23(3): 227-40.
- Berke, P. R., Newman G., Lee J., Combs T., Kolosna C., and Salvesen D. (2015) - Evaluation of Networks of Plans and Vulnerability to Hazards and Climate Change: A Resilience Scorecard. *Journal of the American Planning Association* 81(4): 287-302.
- Bevilacqua A., Isaia R., Neri A., Vitale S., Aspinall W., Bisson M. (2015) - Quantifying volcanic hazard at Campi Flegrei caldera (Italy) with uncertainty assessment: 1. Vent opening maps. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120, 2309-2329. <https://doi.org/10.1002/2014JB011775>.
- Bindi D., Pacor F., Luzi L., Puglia R., Massa M., Ameri G., Paolucci R. (2011) - Ground motion prediction equations derived from the Italian strong motion database. *Bull. Earthq. Eng.* 20, 9(6), 1899-1920.
- Boeing G. (2017) - OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks, *Computers, Environment and Urban Systems* 65: 126-139.
- Brody S. D. (2003) - Are We Learning to Make Better Plans? A Longitudinal Analysis of Plan Quality Associated with Natural Hazards. *Journal of Planning Education and Research*. <https://doi.org/10.1177/0739456X03258635>.
- Calafati, A.G. (2009) - *Economie in cerca di città. La questione urbana in Italia*. Donzelli editore. Roma.
- CiVIT (2010) - Commissione per la Valutazione, la Trasparenza e l'Integrità delle amministrazioni pubbliche, Delibera n. 88/2010: Linee guida per la definizione degli standard di qualità e tabelle esemplificative degli standard di qualità di alcuni servizi pubblici.
- Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica, (2014) - *Manuale per l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano*. Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile.
- Cornell W., Carey S., Sigurdsson H., (1983) - Computer simulation of transport and deposition of campian Y-5 ash. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 17, 89-109.
- Decreto Legislativo 2 gennaio 2018, n. 1. Codice della Protezione Civile.
- Fabozzi S., Falcone G., Mendicelli A. & Gruppo di Lavoro PON Governance 2014-2020 Riduzione del rischio sismico vulcanico e idrogeologico ai fini di protezione civile (2018) - *Metodo FABFAL: Una metodologia semplificata per la valutazione della suscettibilità sismica di frane da crollo in roccia su scala territoriale. Risultati preliminari*. IARG (Incontro Annuale Ricercatori Geotecnici) Genova, 4-6 Luglio 2018.
- Falcone G, Romagnoli G, Naso G, et al. (2020) - Effect of bedrock stiffness and thickness on numerical

simulation of seismic site response. Italian case studies. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 139:106361. doi: 10.1016/j.soildyn.2020.106361.

Falcone G., Acunzo G., Mendicelli A., Mori F., Naso G., Peronace E., Porchia A., Romagnoli G., Tarquini E., Moscatelli M. (2021) - Seismic amplification maps of Italy based on site-specific microzonation dataset and one-dimensional numerical approach. *Eng. Geol.* 289, 106170. <https://doi.org/10.1016/j.eng-geo.2021.106170>.

Fan, Ying & Li, H & Miguez-Macho, Gonzalo. (2013). Global Patterns of Groundwater Table Depth. *Science* (New York, N.Y.). 339. 940-3. 10.1126/science.1229881.

FEMA(2020)- Hazus Earthquake Model Technical Manual. Federal Emergency Management Agency U.S.A.

Folch A., Mingari L., Gutierrez N., Hanzich M., Macedonio G., Costa A. (2020) - FALL3D-8.0: a computational model for atmospheric transport and deposition of particles, aerosols and radionuclides-Part 1: Model physics and numerics. *Geoscientific Model Development*, 13(3), 1431-1458.

Ganser H. (1993) - A rational approach to drag prediction of spherical and non-spherical particles. *Powder Technol* 77:143-152.

Gasparini Cattaneo I. (1977) - Complementi di geometria e algebra. Università degli Studi di Roma.

GEM (2020) The OpenQuake-engine User Manual. Global Earthquake Model (GEM) Open- Quake Manual for Engine version 3.8.1. doi: 10.13117/GEM.OPENQUAKE.MAN.ENGINE.3.8.1, 183 pages.

Goodman, J. F. B. (1970) - The definition and analysis of local labour markets: some empirical problems. *British Journal of Industrial Relations*; 1970; 8: 179-196.

Gruppo di Lavoro MS (2008) - Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome, 3 vol e DVD.

Guyadeen D. (2019) - Evaluating the Quality of Municipal Plans in the Ontario-Greater Golden Horseshoe Regione, Canada. *Journal of Planning Education and Research* 1-15.

Hagberg A., Swart P., and Chult D. S. (2008) - Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX, No. LA-UR-08-05495; LA-UR-08-5495. Los Alamos National Lab. (LANL), Los Alamos, NM (United States).

Hijmans R J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones PETER G. and jarvis A. (2005) - Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology Int. J. Climatol.* 25: 1965-1978.

Horney, J, Nguyen M., Salvesen D., Dwyer C., Cooper J. and Berke P. (2017) - Assessing the Quality of Rural Hazard Mitigation Plans in the Southeastern United States. *Journal of Planning Education and Research* 37(1): 56-65.

Ioannilli M. (2013) Pianificazione dell'emergenza e prevenzione strutturale del rischio: il ruolo della CLE. *Urbanistica Dossier*.

Italian Civil Protection Department (2018). PRO NEWS: Programme for Improving National Early Warning System and flood prevention in Albania.

Iwahashi J., Kamiya I., Matsuoka M., Yamazaki D. (2018) - Global terrain classification using 280 m DEMs: segmentation, clustering, and reclassification. *Prog. Earth Planet. Sci.* <https://doi.org/10.1186/s40645-017-0157-2>.

Jayaram N. e Baker J.W. (2009) - Correlation model for spatially distributed ground-motion intensities. *Earthquake Eng Struct Dyn* 38(15):1687-1708.

Kircil M. S., Polat Z., (2006) -Fragility analysis of mid-rise R/C frame buildings. *Engineering Structures*, Vol 28(9), pp.1335-1345, 2006.



- Krippendorff K. (2013) - Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. 3rd ed. Sage Publications.
- Kropp, P., and Schwengler, B. (2014) - Three-step method for delineating functional labour market regions. *Regional Studies*, 50:3 429-445.
- Lyles W. and Stevens M. (2014) - Plan Quality Evaluation 1994-2012: Growth and Contributions, Limitations, and New Directions. *Journal of Planning Education and Research* 34 (4): 433-50.
- Marzocchi W., Sandri L., Gasparini P., Newhall C., Boschi E. (2004) - Quantifying probabilities of volcanic events: the example of volcanic hazard at Mount Vesuvius. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109(B11).
- Mastin L. G., Guffanti M., Servranckx R., Webley P., Barsotti S., Dean K., Waythomas C. F. (2009) - A multidisciplinary effort to assign realistic source parameters to models of volcanic ash-cloud transport and dispersion during eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 186(1-2), 10-21.
- McGuire R.R. (2004) - Seismic hazard and risk analysis. Earthquake Engineering Research Institute publication no. MNO-10, second monograph series.
- Mele D., Sulpizio R., Dellino P., La Volpe L. (2011) - Stratigraphy and eruptive dynamics of a pulsating Plinian eruption of Somma-Vesuvius: The Pomici di Mercato (8900 years B.P.). *Bulletin of Volcanology*, 73, 257-278. Doi: 10.1007/s00445-010-0407-2.
- Meletti C. e Montaldo V. (2007) - Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>.
- Mori F., Gaudiosi I., Tarquini E., Brammerini F., Castenetto S., Naso G., Spina D. (2019) - HSM: a synthetic damage-constrained seismic hazard parameter. *Bull Earthq Eng.* <https://doi.org/10.1007/s10518-019-00677-2>.
- Mori F., Mendicelli A., Moscatelli M., Romagnoli G., Peronace E., Naso G. (2020) - A new  $V_{s30}$  map for Italy based on the seismic microzonation dataset. *Eng. Geol.* <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105745>.
- Norton R. K. (2005) - More and Better Local Planning: State-mandated Local Planning in Coastal North Carolina. *Journal of the American Planning Association*, Volume 71, 2005 - Issue 1, 55-71.
- Nowicki J.M.A., Hamburger M.W., Allstadt K., Wald D.J., Robeson S.M., Tanyas H., Hearne M., Thompson M. (2018) - A global empirical model for near-real-time assessment of seismically induced landslides. *Journal of Geophysical Research Earth Surface* 123, 1835-1859. <https://doi.org/10.1029/2017JF004494>.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (O.P.C.M.) 29 febbraio 2012, n. 4007. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile (2021). Direttiva recante "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" (Aprile 2021).
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile (2007) - Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di Protezione Civile.
- Sandri L., Costa A., Selva J., Tonini R., Macedonio G., Folch A., Sulpizio R. (2016) - Beyond eruptive scenarios: assessing tephra fallout hazard from Neapolitan volcanoes. *Sci. Rep.*, 6, 24271. doi: 10.1038/srep24271.
- Selva J., Orsi G., Di Vito M.A., Marzocchi W., Sandri L. (2012) - Probability hazard map for future vent opening at Campi Flegrei caldera, Italy. *Bull. Volcanol.*, 74, 497-510. <https://doi.org/10.1007/s00445-011-0528-2>.
- Silva V. e Horspool N. (2019) - Combining USGS ShakeMaps and the OpenQuake-engine for damage and loss assessment. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. 48. 10.1002/eqe.3154.
- Silva V., Crowley H., Pagani M. et al. (2014) - Development of the OpenQuake engine, the Global Earth-

quake Model's open-source software for seismic risk assessment. *Nat Hazards* 72, 1409-1427 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0618-x>.

Smart, M. (1974) - Labor market areas: uses and definitions. *Progress in Planning* 2: 239-353.

Spina D., Acunzo G., Fiorini N. et al. (2019) - A probabilistic simplified seismic model of masonry buildings based on ambient vibrations. *Bull Earthquake Eng* 17, 985-1007. <https://doi.org/10.1007/s10518-018-0481-y>.

Spina D., Acunzo G., Fiorini N., Mori F., Dolce M. (2021) - A probabilistic simplified Seismic Model from Ambient Vibrations (SMAV) of existing reinforced concrete buildings. *Engineering Structures* 238, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112255>.

Stevens M. R., Lyles W. and Berke P. R. (2014) - Measuring and Reporting Intercoder Reliability in Plan Quality Evaluation Research. *Journal of Planning Education and Research* 34 (1): 77-93.

Tang Z., Brody S. D, Quinn C., Liang C. & Ting W. (2010) - Moving from agenda to action: evaluating local climate change action plans. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53:1, 41-62.

Tobler W. (1970) - A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46(2): 234-240.

Tomassoni V., Gigliotti A., Carbone G., Fazzio F., Polpetta F., Brammerini F., Cianci E., Donolo R., Fontana C. (2019) - Analisi degli elementi non strutturali della pianificazione di Protezione Civile. 38° Convegno Nazionale GNGTS, Roma.

Von Thun J. L., Rochim L. H., Scott G. A. e Wilson J. A. (1988) - Earthquake ground motions for design and analysis of dams. *Earthquake Eng. Soil Dyn. II—Recent Advances in Ground-Motion Evaluation (GSP 20)*, ASCE, New York, 463-481.

Youngs R. R. e Coppersmith K.J. (1985) - Implications of fault slip rates and earthquake recurrence models to probabilistic seismic hazard estimates. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 75, 939-964.

Zhu J., Baise L.G., Thompson E.M. (2017) - An updated geospatial liquefaction model for global application. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 107, 3. <https://doi.org/10.1785/1020160198>.

# ELENCO DELLE FIGURE

- Figura 1.1** Struttura delle attività per la valutazione dell'operatività del Contesto Territoriale.
- Figura 2.1** Selezione degli elementi del Sistema strutturale di Gestione dell'Emergenza del Contesto Territoriale dalle analisi delle CLE comunali. Per gli ES si prendono in considerazione: tre Edifici Strategici fondamentali per l'intero CT, oltre ad un numero di ES1 comunali pari al numero dei Comuni del CT diversi dal CR.
- Figura 2.2** Scala di valutazione per l'analisi dei Piani di Protezione Civile (PRONEWS, 2018).
- Figura 2.3** Struttura della Scheda di analisi del Piano di Protezione Civile.
- Figura 3.1** Diagramma di flusso del calcolo della pericolosità di base con il software OpenQuake (da Silva et al., 2014; modificato).
- Figura 3.2** Esempio di mappa di pericolosità di base calcolata con OpenQuake in modalità Event-Based Probabilistic Seismic Hazard Analysis. La misura di intensità è la PGA (g) per un periodo di ritorno di 475 anni.
- Figura 3.3** Schema di calcolo dello scuotimento sismico in superficie.
- Figura 3.4** Mappa della  $V_{s30}$  media (Mori et al., 2020).
- Figura 3.5** Flusso di lavoro per la quantificazione dei FA con analisi numeriche 1D e basate su modelli di sottosuolo rappresentativi delle condizioni sismo-stratigrafiche del territorio italiano.
- Figura 3.6** Mappa dei Fattori di Amplificazione (50° percentile).
- Figura 3.7** Mappa delle probabilità di frana sismoindotta (a) e mappa delle probabilità di percentuale di area in frana sismoindotta, areal coverage (b).
- Figura 3.8** Mappa delle probabilità di liquefazione (a) e mappa delle probabilità di percentuale di area in liquefazione, areal coverage (b).
- Figura 3.9** Mappa della pericolosità di base del Contesto Territoriale di Vallata (AV).
- Figura 3.10** Mappa dei valori di  $V_{s30}$  del Contesto Territoriale di Vallata (AV).
- Figura 3.11** Valori medi del Fattore di Amplificazione dello scuotimento sismico del Contesto Territoriale di Vallata (AV).
- Figura 3.12** Mappa dei valori dello scuotimento sismico in superficie (PGA) del Contesto Territoriale di Vallata (AV).
- Figura 3.13** Mappa della probabilità di accadimento di frana del Contesto Territoriale di Vallata (AV).
- Figura 3.14** Esempio di curve di fragilità per edifici residenziali (vedi 4.1).
- Figura 3.15** Mappe medie di pericolosità assoluta per l'accumulo di cenere al suolo. Tali mappe aggregano i risultati delle taglie di magnitudo alta, medio-alta, e bassa del Vesuvio e sono associate a diverse probabilità di eccedenza (10%-5%-2%-1%).
- Figura 3.16** Mappe medie di pericolosità assoluta per l'accumulo di cenere al suolo. Tali mappe aggregano i risultati delle taglie di magnitudo medio-alta, media e bassa dei Campi Flegrei e sono associate a diverse probabilità di eccedenza (10%-5%-2%-1%).
- Figura 3.17** Mappa di valori medi della pericolosità assoluta in termini di carico di ceneri che combina i risultati delle diverse taglie eruttive del Vesuvio e dei Campi Flegrei. La probabilità di eccedenza di avere accumulo di cenere al suolo è fissata al 10% (Tempo di ritorno: 475 anni).
- Figura 4.1** Stazione VVF di Castellaneta.
- Figura 4.2** Stazione VVF di Rossano.
- Figura 4.3** Stazione VVF di Pescopagano.

- Figura 4.4** Confronto fra le curve di fragilità SMAV dei tre edifici e quelle relativa alla tipologia di appartenenza.
- Figura 4.5** Il Sistema strutturale di Gestione dell’Emergenza del Contesto Territoriale (CT).
- Figura 4.6** Interfaccia grafica del software softGOCT.
- Figura 4.7** Grafo iniziale generato per il CT di Rionero in Vulture e sovrapposizione dei nodi strategici importati.
- Figura 4.8** Il grafo intermedio con i percorsi ridondanti tra i nodi strategici del CT di Rionero in Vulture.
- Figura 4.9** Probabilità di accadimento di frane sismo indotte (sinistra) e liquefazioni dinamiche (destra) del CT di Rionero in Vulture.
- Figura 4.10** Il grafo delle impedenze complessive dei rami per il CT di Rionero in Vulture.
- Figura 4.11** Grafo Ottimale per il CT di Rionero in Vulture.
- Figura 4.12** Rappresentazione geometrica di un grafo (da Gasperini 1977).
- Figura 5.1** CT e Comuni selezionati per la fase sperimentale.
- Figura 5.2** Indicatori per le Caratteristiche Interne ed Esterne e per la Qualità dell’Intero Piano per i Contesti Territoriali.
- Figura 5.3** Box-plot dei risultati ottenuti per caratteristica di qualità per tutti i 72 Comuni analizzati.
- Figura 5.4** CT di Cariati.
- Figura 5.5** Risultati della valutazione del Piano di Protezione Civile di Cariati.
- Figura 5.6** Indicatori qualità Interna ed Esterna dei Piani del CT di Cariati.
- Figura 5.7** Qualità delle Caratteristiche Interne nei Comuni del CT di Cariati (Media: 0.50 - Min: 0.28 - Max: 0.69).
- Figura 5.8** Qualità delle Caratteristiche Esterne nei Comuni del CT di Cariati (Media: 0.34 - Min: 0.25 - Max: 0.52).
- Figura 5.9** Qualità del Piano di Protezione Civile per i Comuni del CT di Cariati (Media: 0,44; Min: 0.27 - Max: 0.61).
- Figura 5.10** Pagina di accesso alla Piattaforma web di Analisi e Valutazione dei Piani di Protezione Civile.
- Figura 5.11** Home page piattaforma web per la valutazione dei Piani di Protezione Civile.
- Figura 5.12** Rappresentazione geometrica degli Indici di Operatività delle singole componenti per i cinque CT pilota ([indicatori.govrisv.cnr.it](http://indicatori.govrisv.cnr.it)).
- Figura 5.13** Indici di Operatività dei nodi primari del CT di Lentini per  $T_R=475$  anni.

## ACRONIMI E SIGLE

<b>AA</b>	Area di Ammassamento
<b>AC</b>	Infrastrutture di Accessibilità e Connessione
<b>AC_acc</b>	Infrastrutture di Accessibilità
<b>AC_conn</b>	Infrastrutture di Connessione
<b>AE</b>	Area di Emergenza
<b>AE_ric</b>	Area di Ricovero
<b>ASI</b>	Acceleration Spectrum Intensity
<b>CE</b>	Connessione Esterna
<b>CLE</b>	Condizione Limite per l'Emergenza
<b>CNR</b>	Consiglio Nazionale delle Ricerche
<b>COC</b>	Centro Operativo Comunale
<b>CR</b>	Comune di Riferimento
<b>CT</b>	Contesto Territoriale
<b>DPC</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>ES</b>	Edificio Strategico
<b>ES1</b>	Edificio Strategico per il coordinamento degli interventi
<b>ES2</b>	Edificio Strategico per il soccorso sanitario
<b>ES3</b>	Edificio Strategico per l'intervento operativo
<b>FA</b>	Fattore di Ampificazione
<b>FSC</b>	Frequency Shift Curve
<b>GMPE</b>	Ground Motion Prediction Equation
<b>GOCT</b>	Grafo Ottimale del Contesto Territoriale
<b>HSM</b>	Hazard from Seismic Microzonation
<b>IC</b>	Infrastrutture di Connessione
<b>IOCT</b>	Indicatore di Operatività del Contesto Territoriale
<b>MI</b>	Misura di Intensità
<b>MS</b>	Microzonazione Sismica
<b>PCM</b>	Presidenza del Consiglio dei Ministri
<b>PGA</b>	Peak Ground Acceleration
<b>PGV</b>	Peak Ground Velocity
<b>PON</b>	Programma Operativo Nazionale
<b>PPC</b>	Piano di Protezione Civile Comunale
<b>PSHA</b>	Probabilistic Seismic Hazard Analysis
<b>SGE</b>	Sistema di Gestione dell'Emergenza
<b>SMAV</b>	Seismic Model from Ambient Vibrations
<b>SSHA</b>	Scenario Based Seismic Hazard Analysis





## PARTE TERZA

RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO: MIGLIORAMENTO DELLA PREVISIONE  
E DELLA PREVENZIONE NON STRUTTURALE





# INDICE

Parte Terza

## **RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO: MIGLIORAMENTO DELLA PREVISIONE E DELLA PREVENZIONE NON STRUTTURALE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>147</b>
<b>2</b>	<b>PREVISIONE E ALLERTAMENTO</b>	<b>149</b>
2.1	Radar meteo e altri sensori per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi	149
2.1.1	Monitoraggio di precipitazioni intense e concentrate nello spazio e nel tempo	149
2.1.2	Attività svolte	153
2.1.3	Prodotti realizzati	153
2.1.3.1	Linee guida sull'utilizzo del dato radar e sulla sua integrazione con altri sensori, con esempi di integrazione con la modellistica atta a stimare gli effetti al suolo	
2.1.3.2	Prodotti attività di affiancamento	
2.1.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	155
2.2	Sistemi di monitoraggio speditivi e a basso costo	155
2.2.1	Monitoraggio speditivo per finalità di protezione civile	155
2.2.2	Attività svolta	158
2.2.3	Prodotti realizzati	166
<b>3</b>	<b>PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>167</b>
3.1	Catalogo eventi	167
3.1.1	Censimento dati sui fenomeni calamitosi	167
3.1.2	Attività svolte	168
3.1.3	Prodotti realizzati	169
3.1.3.1	Principali risultati	
3.1.3.2	Linee guida regionali	
3.1.3.3	Prototipo di applicativo web	
3.1.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	174
3.2	Mappe di suscettibilità da alluvione	174
3.2.1	Analisi possibili nelle aree non perimetrate nei PAI/PGRA come a pericolosità da alluvione	174
3.2.2	Attività svolte	175
3.2.3	Prodotti realizzati	175
3.2.3.1	Analisi di suscettibilità da alluvione per i territori posti fino a 350 m s.l.m.	
3.2.3.2	Analisi di suscettibilità da alluvione per i territori posti oltre 350 m s.l.m.	
3.2.3.3	Prodotti attività di affiancamento alle Regioni	
3.2.3.4	Aree a suscettibilità medio-alta	
3.2.3.5	Linee guida per l'integrazione dei Piani di Protezione Civile	
3.2.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	180
3.3	Mappe di suscettibilità da frana	181
3.3.1	Analisi possibili nelle aree non perimetrate nei PAI come a pericolosità da frana	181
3.3.2	Attività svolte	181
3.3.3	Prodotti realizzati	183
3.3.3.1	Linee guida per la realizzazione di mappe di suscettibilità da frana	
3.3.3.2	Zonazione della suscettibilità da frana nei CT pilota	
3.3.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	183
3.4	Indicatori e indici territoriali di pericolosità	185
3.4.1	Definizione di indicatori e indici territoriali	185
3.4.2	Attività svolte e prodotti realizzati	186
3.4.3	Indicatori territoriali di pericolosità	186

3.4.4	Indici territoriali di pericolosità	187			
3.4.5	Utilizzabilità degli indicatori e indici	190			
3.4.6	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	192			
<b>4</b>	<b>SISTEMA DI PIANIFICAZIONE E GESTIONE DELLE EMERGENZE</b>	<b>197</b>			
4.1	Scenari di evento	197			
4.1.1	Gli scenari di evento nella pianificazione di protezione civile	197			
4.1.2	Attività svolte	197			
4.1.3	Prodotti realizzati	198			
4.1.3.1	Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento				
4.1.3.2	Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli e scenari tipici				
4.1.3.3	Casi di studio				
4.1.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	204			
4.2	Scenari di rischio per le persone	205			
4.2.1	Gli scenari di rischio nella pianificazione di protezione civile	205			
4.2.2	Attività svolte	206			
4.2.3	Prodotti realizzati	207			
4.2.3.1	Linee guida per la costruzione degli scenari di rischio per le persone				
4.2.3.2	Casi di studio				
4.2.3.3	Prodotti attività di affiancamento alle Regioni				
4.2.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	215			
4.3	Punti critici del territorio	216			
4.3.1	L'identificazione e la schedatura dei punti critici del territorio	216			
4.3.2	Attività svolte	218			
4.3.3	Prodotti realizzati	218			
4.3.3.1	Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione				
4.3.3.2	Schede dei punti singolari				
4.3.3.3	Casi di studio				
4.3.3.4	Prodotti attività di affiancamento alle Regioni				
4.3.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	225			
4.4	Presidio territoriale idrogeologico e idraulico	225			
4.4.1	Il monitoraggio del territorio per finalità di protezione civile	225			
4.4.2	Attività svolte	229			
4.4.3	Prodotti realizzati	229			
4.4.3.1	Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale				
4.4.3.2	Prodotti attività di affiancamento alle Regioni				
4.4.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	237			
<b>5</b>	<b>PERFORMANCE E LIVELLI ESSENZIALI DI SICUREZZA AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE</b>	<b>241</b>			
5.1	Analisi e valutazione dei Piani di Protezione Civile a scala comunale	241			
5.1.1	Valutazione dell'adeguatezza dei Piani di Protezione Civile	241			
5.1.2	Attività svolte	242			
5.1.3	Prodotti realizzati	243			
5.1.3.1	Linee guida e tool informatici per l'analisi dei Piani di Protezione Civile				
5.1.3.2	Linee guida e tool informatici per la valutazione dei Piani di Protezione Civile				
5.1.3.3	Prodotti attività di affiancamento alle Regioni				
5.1.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	249			

5.2	Valutazione della capacità e livelli standard di mitigazione del rischio	250
5.2.1	Raggiungimento di livelli minimi di mitigazione non strutturale del rischio	250
5.2.2	Attività svolta	252
5.2.3	Prodotti realizzati	256
5.2.4	Recepimento da parte delle amministrazioni regionali	257
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO</b>	<b>258</b>
	<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>260</b>
	<b>ALLEGATO 1</b>	<b>263</b>
	Provvedimenti regionali di recepimento dei prodotti PON relativi al rischio idrogeologico e idraulico	
	<b>ALLEGATO 2</b>	<b>267</b>
	Prodotti PON Idro citati	



Il Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 riguardante il rischio idrogeologico e idraulico (di seguito PON Idro) si è proposto di migliorare la capacità di gestione del rischio delle amministrazioni regionali attraverso il rafforzamento delle politiche pertinenti alla riduzione del rischio, in particolare quelle legate all'Obiettivo Tematico 5 ("Promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi") dell'Accordo di Partenariato 2014-2020.

In coerenza con le azioni e i risultati previsti da tale Obiettivo Tematico i prodotti realizzati nell'ambito di PON Idro (Linee guida, documenti tecnici, procedure e tool informativi) sono relativi alla mitigazione del rischio per finalità di protezione civile e trovano una diretta attinenza e rispondenza, oltre che con le attività di previsione e di prevenzione non strutturale, così come definite all'articolo 2 del Codice della Protezione Civile (D.Lgs. n. 1/2018), con le disposizioni contenute:

- nella Direttiva Alluvioni 2007/60/CE e nel D.Lgs. n. 49/2010, relativamente alle misure di preparazione (M4) e alle altre misure (M5) previste nei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni adottati dalle Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino meridionale e della Regione Siciliana;
- nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, relativamente alle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e ambientali per contenere e mitigare l'impatto dei fenomeni di dissesto geologico, idrologico e idraulico; tali azioni consistono nel miglioramento delle conoscenze scientifiche, del monitoraggio territoriale, dei sistemi di previsione e del supporto tecnico, della gestione delle emergenze e della preparazione e addestramento della popolazione;
- nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 aprile 2021 recante "Indirizzi per la pianificazione di protezione civile ai vari livelli territoriali", relativamente a scenari di evento, scenari di rischio, punti critici,

punti di osservazione, Presidio territoriale, valutazione dei Piani di Protezione Civile.

Specificata attenzione è stata rivolta alle azioni di intervento finalizzate al raggiungimento di condizioni minime standard per la riduzione del rischio e per la gestione delle emergenze. A tal fine sono stati predisposti, secondo ben delineati Progetti standard, documenti metodologici/procedurali e prodotti informativi (linea A dell'attività), sperimentati in numerosi casi di studio, che sono stati oggetto di attività di condivisione e affiancamento con le Amministrazioni coinvolte in modo da essere adattati alle specifiche esigenze regionali (linea B dell'attività). In tal modo si è favorito il recepimento, attraverso delibere di giunta regionale o atti dirigenziali, dei prodotti da parte delle cinque Regioni coinvolte consentendo quindi un rafforzamento permanente della governance del rischio. L'elenco dei provvedimenti, con il riferimento ai paragrafi in cui vengono descritti i prodotti di PON Idro che sono stati recepiti, è riportato nell'Allegato 1.

Per la realizzazione dei prodotti di PON Idro il Dipartimento della Protezione Civile si è avvalso dei servizi di un Raggruppamento Temporaneo di Imprese (di seguito RTI-CIMA) costituito dalla Fondazione CIMA (mandataria), dalla Fondazione Politecnico di Milano, dal CNR-Istituto Ricerca per la Protezione Idrogeologica, dall'Università della Calabria-Laboratorio CAMILab e dal Consorzio interuniversitario CINID.

Nella Tabella 1.1 si riportano le tematiche generali, attinenti alla previsione e prevenzione non strutturale, che sono state affrontate, gli argomenti trattati nel testo, le linee di attività A e B a cui questi argomenti fanno riferimento e i componenti di RTI-CIMA che hanno realizzato tali attività.

L'ampio recepimento dei prodotti di PON Idro da parte delle cinque Regioni coinvolte è frutto dell'elevata qualità tecnica e scientifica di quanto realizzato dai componenti di RTI-CIMA e della continua e intensa collabo-

<b>Tematica</b>	<b>Argomento</b>	<b>Linee A e B PON Idro</b>	<b>Componente RTI-CIMA</b>
Previsione e allertamento (Capitolo 2)	Radar meteo e altri sensori per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi (Paragrafo 2.1)	A22 – B21	CIMA
	Sistemi di monitoraggio speditivi e a basso costo (Paragrafo 2.2)	A51 – B51	CIMA
Pericolosità idrogeologica e idraulica (Capitolo 3)	Catalogo eventi (Paragrafo 3.1)	A23 – B22	CIMA
	Mappe di suscettibilità da alluvione (Paragrafo 3.2)	A21 – B23 – B32	POLIMI
	Mappe di suscettibilità da frana (Paragrafo 3.3)	A21 – B23	CNR-IRPI
	Indicatori e indici territoriali di pericolosità (Paragrafo 3.4)	A11 – B11	CNR-IRPI
Sistema di pianificazione e gestione delle emergenze (Capitolo 4)	Scenari di evento (Paragrafo 4.1)	A32 – B32 – B33	CAMILab CINID
	Scenari di rischio per le persone (Paragrafo 4.2)	A32 – B32 – B33	CAMILab CINID
	Punti critici del territorio (Paragrafo 4.3)	A32 – B32 – B33	CAMILab
	Presidio territoriale idrogeologico e idraulico (Paragrafo 4.4)	A41 – B41	CAMILab
Performance e livelli essenziali di sicurezza ai fini di protezione civile (Capitolo 5)	Analisi e valutazione dei Piani di Protezione Civile (Paragrafo 5.1)	A31 – A43 – B31	POLIMI CAMILab
	Valutazione della capacità e livelli standard di mitigazione del rischio (Paragrafo 5.2)	A51 – B51	CIMA

**> Tabella 1.1**  
Tabella riepilogativa delle tematiche, degli argomenti, delle linee di attività di PON Idro.

razione, per tutto l'arco temporale in cui si è svolto il Programma, tra Dipartimento della Protezione Civile, amministrazioni regionali e RTI-CIMA.

Nella Parte terza vengono riportati in maniera sintetica i risultati dei prodotti di PON Idro descritti nei report finali delle linee di attività A e B. I testi, le tabelle e le figure riportati nei capitoli successivi sono realizzati attingendo da tali report. Le figure sono state anche tratte dalle presentazioni fatte dai componenti di RTI-CIMA nel corso dei numerosi webinar di presentazione dei risultati svoltisi durante il Programma.

L'elenco completo dei prodotti di PON Idro che vengono citati nel testo è contenuto nell'Allegato 2 dove viene riportato anche il nominativo del componente di RTI-CIMA che li ha realizzati.

Per una lettura completa e dettagliata sui risultati conseguiti si rimanda ai report finali che sono disponibili, insieme alle presentazioni svolte nei webinar realizzati nell'ambito del Programma, nel sito internet del Dipartimento della Protezione Civile sulla piattaforma dedicata al Programma PON ([governancerischio.protezionecivile.gov.it](http://governancerischio.protezionecivile.gov.it)) e sul Portale appositamente realizzato dalla Fondazione CIMA per illustrare, anche tramite web gis, i risultati di PON Idro (<https://govrisidrogeo.cimafoundation.org/#/>).

## 2.1 - RADAR METEO E ALTRI SENSORI PER IL MONITORAGGIO DEI FENOMENI TEMPORALESCHI

### 2.1.1 - Monitoraggio di precipitazioni intense e concentrate nello spazio e nel tempo

In Italia, le precipitazioni intense sono spesso di natura convettiva, causate o accompagnate da temporali e sistemi convettivi organizzati caratteristici del clima Mediterraneo.

Il territorio italiano è anche interessato frequentemente da perturbazioni atlantiche che possono generare quantitativi di precipitazione molto elevati anche in assenza di convezione (precipitazioni “avvelte” e/o di natura orografica), specie lungo le catene montuose delle Alpi e degli Appennini.

Le precipitazioni intense sono sovente causa di danni prodotti dai loro effetti diretti o indiretti, fra i quali le piene “lampo” (*flash flood*), le colate di detrito o di fango (*debris flow*), le frane superficiali (*soil slip*), gli allagamenti improvvisi, questi ultimi più frequenti nelle aree urbane e periurbane. Associate alle precipitazioni intense si hanno anche spesso fulmini e grandinate.

In molte aree del Paese, i suddetti fenomeni atmosferici caratterizzati da precipitazioni intense e di breve durata – quali i “temporali” – determinano condizioni di rischio, anche elevato, per la popolazione. Tali fenomeni sono molto frequenti. Si stima che siano migliaia gli eventi di precipitazione intensa in Italia ogni anno.

Per scopi di protezione civile, considerati i limiti attuali della modellistica numerica meteorologica nella previsione delle precipitazioni intense, è quindi necessario anche l'utilizzo di strumenti operativi in grado di monitorare in tempo reale – ove possibile – l'evoluzione dei fenomeni atmosferici che possono dare luogo a precipitazioni intense.

La letteratura tecnico-scientifica e l'esperienza internazionale maturata in diversi contesti meteorologici, climatici, orografici, fisiografici e organizzativi, concorrono nell'indicare il

radar meteorologico – e in particolare le reti di radar meteorologici – come lo strumento oggi più efficace per il monitoraggio in “tempo reale” e in continuo dei fenomeni atmosferici precipitativi intensi.

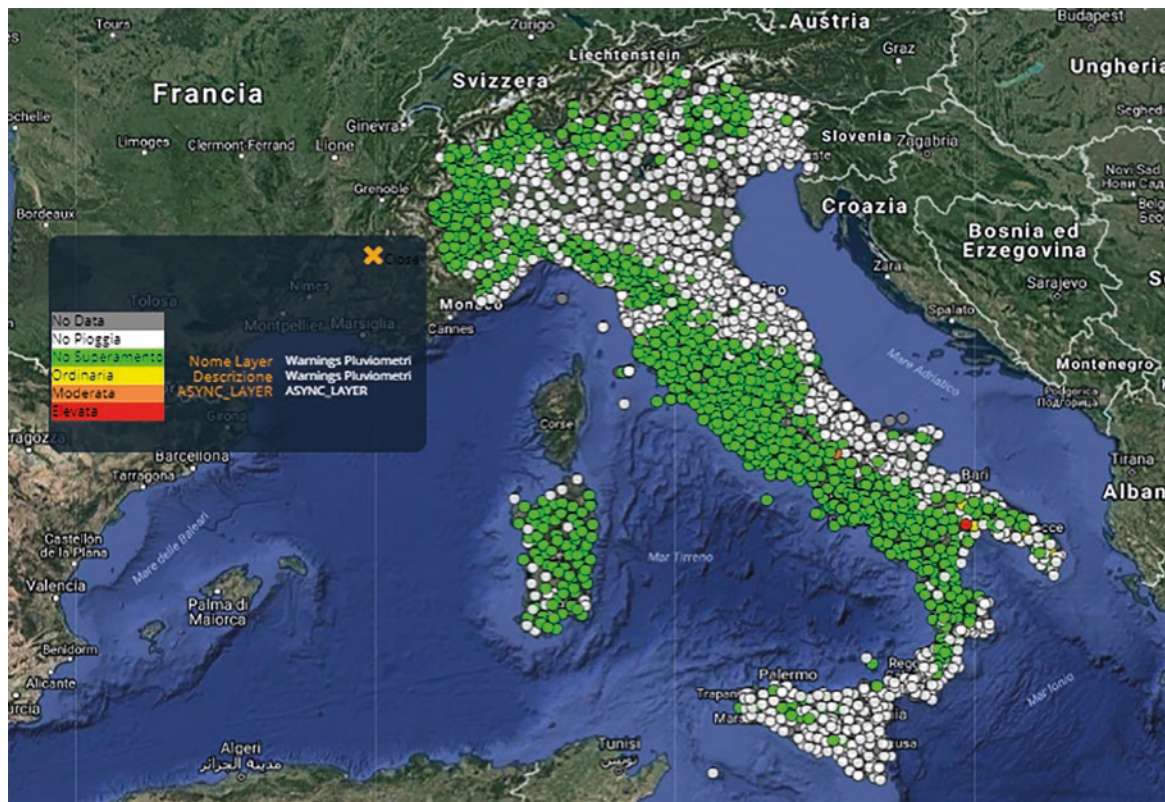
Con il termine monitoraggio si intende il controllo strumentale degli accadimenti meteorologici-idrologici finalizzato alla valutazione della pericolosità dell'evento in atto e della sua evoluzione. Tale operazione è resa possibile dall'analisi dei dati provenienti dai sistemi di rilevamento disponibili (reti meteorologiche, satelliti, radar, ecc.), nonché dall'emissione di appositi comunicazioni/documenti redatti in base a tali informazioni verso le strutture operative del sistema di protezione civile.

Ai sensi della Direttiva del 27 febbraio 2004 e s.m.i. (“Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile”), nella fase di monitoraggio i Centri Funzionali Decentrati (CFD) hanno il compito di raccogliere i dati provenienti dai satelliti meteorologici, dalla rete radar nazionale e dalla rete di stazioni al suolo, realizzando un controllo integrato, a scala regionale, di fenomeni meteo idrologici e della loro evoluzione sul territorio di propria competenza nel brevissimo termine (10-15 minuti massimo). Nel dettaglio è previsto che venga effettuata:

1. l'osservazione qualitativa e quantitativa, diretta e strumentale, dell'evento meteorologico ed idrogeologico in atto;
2. la previsione a breve dei relativi effetti attraverso il nowcasting meteorologico e/o modelli afflussi-deflussi inizializzati da misure raccolte in tempo reale.

Il Centro Funzionale Centrale (CFC) del DPC, nell'ambito degli specifici compiti istituzionali di indirizzo e coordinamento, nel 2018-2019, ha svolto una serie di incontri con i CFD da cui è emerso che l'attività di monitoraggio è svolta dagli stessi principalmente (talvolta esclusivamente) a mezzo della rete sensoristica al suolo, costituita da pluviometri, idrometri e altri strumenti (Figura 2.1.1).

> **Figura 2.1.1**  
 Rete sensoristica al suolo (Fonte: DPC).



Si sottolinea che benché la densità media della suddetta rete risulti essere buona, la stessa presenta caratteristiche non omogenee sull'intero territorio nazionale legate alla frequenza di acquisizione, al delay di visualizzazione, oltre che ai criteri di scelta di soglie, per predefiniti scenari d'evento, assegnate ad ogni singolo pluviometro.

In considerazione anche dei cambiamenti climatici, che alle nostre latitudini, si prevede provochino un incremento di eventi estremi, si ritiene, che la sola rete pluviometrica, dislocata sul territorio, non sia adeguata a identificare tale significativo numero di fenomeni convettivi caratterizzati da intensità di piogge elevate ma anche molto localizzate. L'utilizzo integrato delle informazioni derivanti da altra strumentazione, quale i radar meteorologici, consente di rilevare in tempo reale e con una maggiore risoluzione spazio-temporale, i suddetti fenomeni oltre che identificarli anche in fase di formazione, in mare oltre che in zone non coperte dalla rete dei pluviometri. In Italia, è operativa la Rete Radar meteorologica Nazionale (RRN) composta, al momento, da 24 sistemi radar, gestiti e operati da diverse amministrazioni (Tabella 2.1.1 e Figure 2.1.2 e 2.1.3) che coprono (quasi) interamente il territorio nazionale. Sfruttando la RRN e altre fonti di informazioni meteorologiche disponibili in "tempo reale" - e in particolare la Rete Pluviometrica Nazionale (RPN), la rete di fulminazione LAMPINET, la rete satellitare con

dati elaborati da EUMETSAT - il CFC elabora diversi prodotti per la stima di diverse variabili meteorologiche, tra cui la precipitazione per l'intero territorio nazionale. I suddetti prodotti, aggiornati all'attuale stato dell'arte della letteratura tecnico-scientifica, sono oggetto di sviluppo e validazione continuativa presso il CFC, anche con il supporto di Centri di Competenza e per il tramite di Leonardo SpA, nell'ambito di un contratto stipulato con il DPC, sono oggetto di ingegnerizzazione e di implementazione nella complessa architettura software della RRN.

Sfruttando le misure e i prodotti della RRN, unitamente ad altre fonti di informazioni meteorologiche disponibili in "tempo reale", il CFC elabora, con cadenza di 5 minuti, una serie di prodotti che la garantiscono in primis la detection in tempo reale dei fenomeni in corso, oltre che la loro possibile evoluzione nel brevissimo periodo (fino a 30-60 minuti). Tali prodotti, realizzati per rispondere al contesto operativo del Sistema nazionale di protezione civile, sono resi disponibili a vari soggetti ivi operanti, con particolare riferimento alla Rete dei Centri Funzionali Decentrati (CFD) che concorrono al Sistema di Allertamento Nazionale, ai sensi della Direttiva PCM del 27 febbraio 2004. Nell'ambito del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", per il potenziamento dei sistemi di previsione



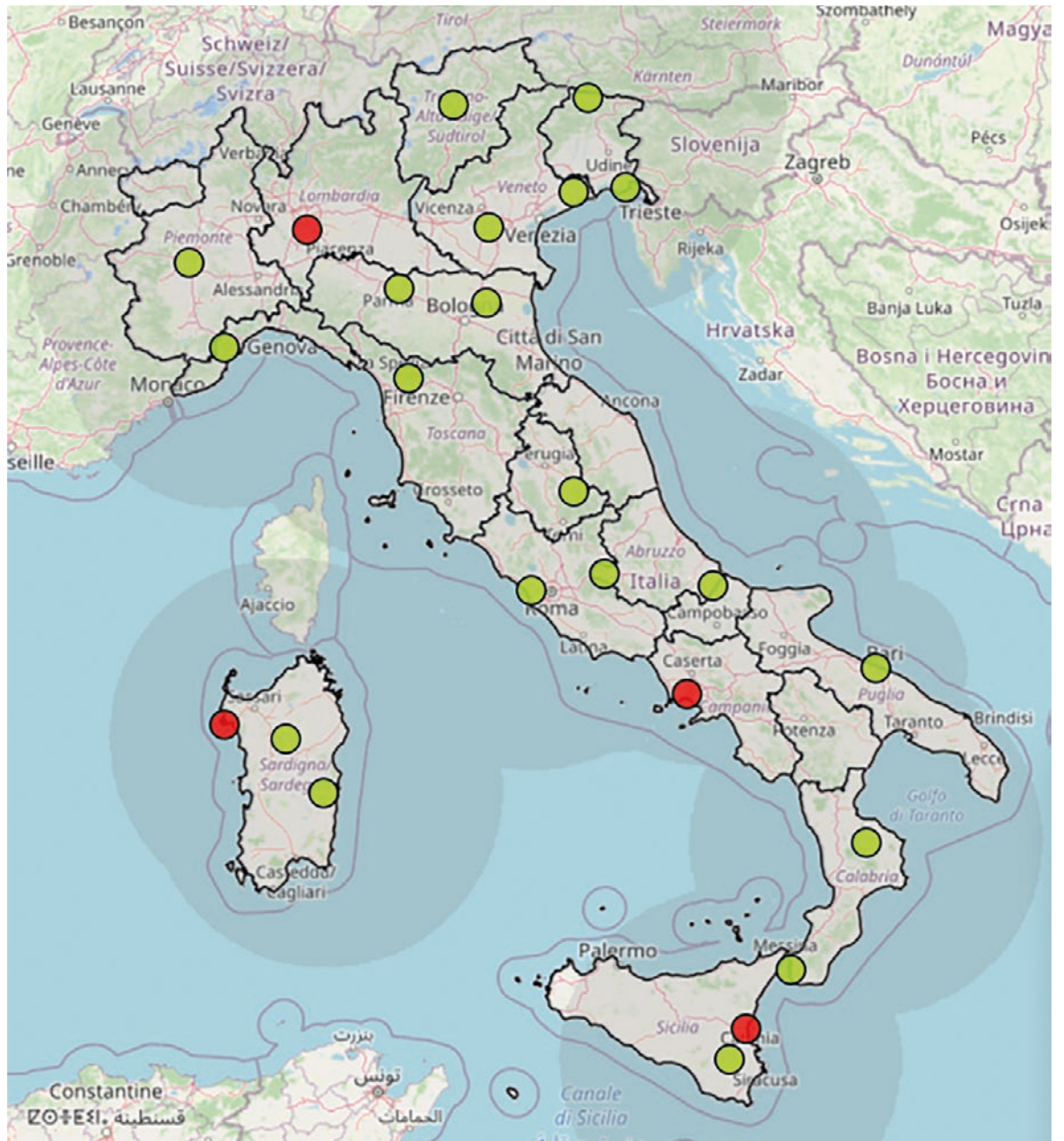
<b>N</b>	<b>Quota [m s.l.m.]</b>	<b>Lon.</b>	<b>Lat.</b>	<b>Nome</b>	<b>Prov.</b>	<b>Gestore</b>
1	11	11,6239	44,6561	San Pietro Capofiume	BO	Arpae Emilia Romagna
2	472	11,6739	45,3561	Teolo-M. Grande	PD	Regione Veneto
3	1890	11,2072	46,4894	Macaion	TN	PAA di Trento e Bolzano
4	773	7,733	45,033	Bric della Croce	TO	Arpa Piemonte
5	1384	8,197	44,244	Monte Settepani	SV	Arpa Piemonte e Arpa Liguria
6	34	10,4906	44,7894	Gattatico	RE	Arpae Emilia Romagna
7	25	13,4739	45,7228	Fossalon	GO	Regione Friuli-Venezia Giulia
8	1295	9,0072	40,4228	Monte Rasu	SS	Regione Sardegna
9	1700	13,1800	42,0500	Monte Midia	AQ	Regione Abruzzo
10	14	12,7906	45,6894	Loncon-Sagittaria	VE	Regione Veneto
11	25	8,1700	40,5700	Capocaccia	SS	AM
12	82	12,2300	41,9100	Fiumicino	RM	ENAV
13	112	9,2800	45,3400	Linate	MI	ENAV
14	1026	10,6072	43,9561	Monte Pizzorne	LU	DPC
15	1708	16,6239	39,3728	Monte Pettinascura	CS	DPC
16	1428	12,7906	42,8561	Monte Serano	PG	DPC
17	692	14,6239	41,9394	Monte Il Monte	CH	DPC
18	1999	12,9739	46,5561	Monte Zoufplan	UD	DPC
19	1261	9,4938	39,8822	Monte Armidda	NU	DPC
20	960	14,8239	37,1228	Monte Lauro	SR	DPC
21	19	15,0498	37,4617	DPX4	CT	DPC
22	14	15,6500	38,0700	DPX2	RC	DPC
23	92	14,28	40,883	DPX1	NA	Regione Campania e DPC
24	55	16,754	41,136	DPX3	BA	DPC

> **Tabella 2.1.1**

Elenco degli apparati che contribuiscono alla Rete Radar Meteorologica Nazionale.

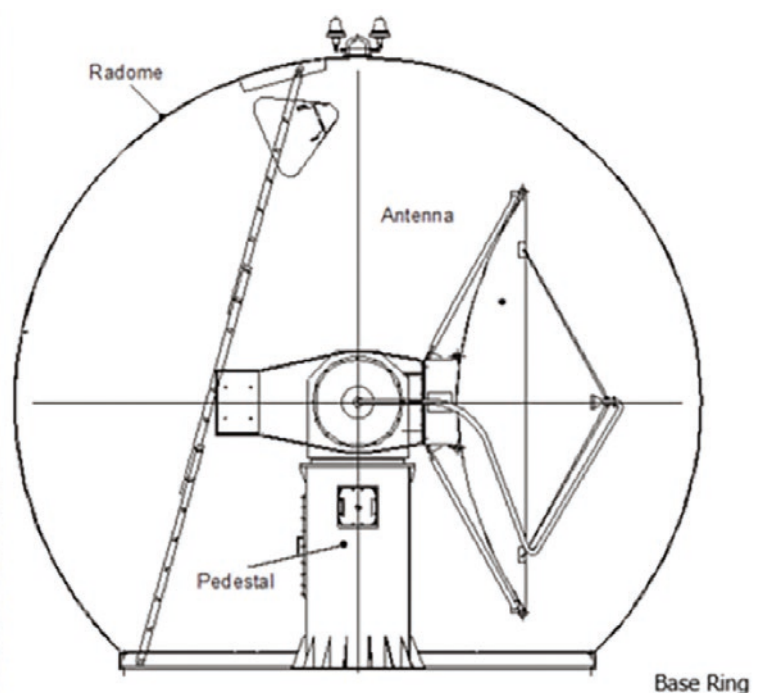
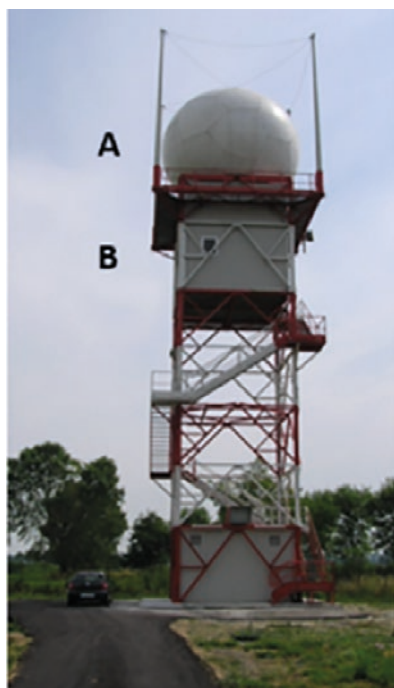
> **Figura 2.1.2**

Distribuzione dei sistemi della Rete Radar Nazionale. Il codice colore usato per gli indicatori di posizione si riferisce allo stato di funzionamento al momento della redazione del presente documento: "verde" funzionante; "rosso" temporaneamente non funzionante (Fonte: DPC).



> **Figura 2.1.3**

Elementi costruttivi di un radar in banda C della RRN: (A) Radome con piedistallo ed antenna ubicata sopra la sala radar (B) in cui sono ubicati trasmettitore e ricevitore (Fonte: DPC).



e di allertamento per i fenomeni che risultano esacerbati dagli effetti dei cambiamenti climatici, ci si è posti l'obiettivo di sviluppare Linee guida e procedure per l'utilizzo dei dati dei radar meteo integrati con quelli di altri sensori per il monitoraggio in tempo reale dei fenomeni temporaleschi.

### **2.1.2 - Attività svolte**

La stesura di documenti metodologici e procedurali sul monitoraggio dei fenomeni temporaleschi tramite radar meteo e altri sensori si inquadra all'interno dell'azione A.2.2 "Potenziamento dei sistemi di previsione e di allertamento" della Linea A di intervento. Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A.2.2 sono state svolte dalla Fondazione CIMA (Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale). In particolare, Fondazione CIMA, preliminarmente (prima annualità), ha effettuato una ricognizione, a livello nazionale, principalmente presso il CFC e in parte presso alcune strutture Regionali, oltre che a livello internazionale, presso alcuni servizi meteo nazionali, sulle procedure di utilizzo dei dati radar. Terminata tale fase (seconda annualità) è stata redatto un report contenente l'analisi delle caratteristiche operative dei prodotti di nowcasting e della possibilità di un loro utilizzo nelle realtà dei CFD (report A22\_DT1) e una prima bozza di Linea guida, che è stata oggetto di revisione da parte del CFC, rivolta essenzialmente alla rete dei Centri Funzionali, in cui sono state fornite delle indicazioni su come consultare ed utilizzare un certo numero di prodotti basati sul radar meteorologico e sull'integrazione con altri sensori al suolo e remoti, già disponibili presso la rete dei centri funzionali, in quanto ritenuti utili per un uso operativo. In particolare, per ciascun prodotto, è stata redatta una specifica scheda in cui sono riportate una serie di informazioni utili per un uso operativo in fase di monitoraggio, con particolare riferimento alla detection in "near real time" dei fenomeni intensi a carattere temporalesco, che, con sempre maggio-

re frequenza ed intensità, interessano l'intero territorio nazionale con un trend in aumento che la comunità scientifica imputa agli effetti dei cambiamenti climatici. Al termine dell'attività A (terza annualità) è stato prodotto il documento relativo alle Linee guida sull'utilizzo del dato radar e sulla sua integrazione con altri sensori, con esempi di integrazione con la modellistica atta a stimare gli effetti al suolo (report A22\_LG1). Nell'ambito delle attività di affiancamento alle Regioni pilota del PON (attività B.2.1 "Potenziamento reti monitoraggio meteoidro") la Fondazione CIMA, con il supporto principalmente degli esperti junior del RTI, ha realizzato un percorso di confronto e condivisione del documento delle "Linee guida per l'utilizzo dei prodotti radar durante il monitoraggio" (report A22\_LG1). Tale percorso si è concentrato su due aspetti principali quali i contenuti scientifici ed operativi delle Linee guida e l'esperienza dei tecnici regionali di ciascun CFD che quotidianamente effettuano attività di monitoraggio sia con la rete a terra che mediante i prodotti radar messi a disposizione dal CFC tramite diverse piattaforme di condivisione, tra cui *Dewetra*. Al termine del periodo di affiancamento, Fondazione CIMA, in conformità a quanto previsto dal contratto ha redatto per ciascun CFD, delle suddette cinque Regioni, una procedura per l'utilizzo del dato radar per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi (report B21BAS/CAL/CAM/PUG/SIC\_LG1).

### **2.1.3 - Prodotti realizzati**

#### **2.1.3.1 - Linee guida sull'utilizzo del dato radar e sulla sua integrazione con altri sensori, con esempi di integrazione con la modellistica atta a stimare gli effetti al suolo**

La stesura delle Linee guida (report A22\_LG1) si basa sugli esiti di una ricognizione propeudeutica, effettuata principalmente sul territorio nazionale, sia presso alcuni CFD e il CFC, e in parte a livello internazionale circa

l'utilizzo operativo dei dati radar e la loro integrazione con altri sensori/piattaforme (es. rete a terra, dati satellitari, modellistica meteo ed idro) sia per la fase di monitoraggio in near real time che per il tracking/nowcasting di fenomeni intensi. Sulla base di tali "buone pratiche" e tenendo conto dei diversi prodotti attualmente disponibili, nell'ambito della Rete dei Centri Funzionali sono state poi definite delle proposte di procedure operative tali da permettere all'operatore di CF, con una competenza di base, di valutare la magnitudo dello scenario d'evento in tempo reale anche attraverso l'utilizzo combinato di informazioni provenienti da diverse piattaforme (rete a terra, radar, satellite, ...). Sulla base degli scenari, stimati durante la fase di monitoraggio, sono state quindi individuate le azioni di competenza del CFD modulate in relazione alla magnitudo dell'evento, che nelle situazioni più gravose prevedono invio di messaggi indirizzati ai Comuni coinvolti e/o ai Presidi territoriali. In relazione alle risultanze del percorso sopradescritto le Linee guida sono state suddivise in 4 sezioni così strutturate:

- La prima sezione dove si parla del potenziale valore aggiunto dei radar meteorologici nell'ambito delle attività di monitoraggio, dell'attuale infrastruttura sul territorio nazionale e dell'utilizzo da parte dei CFD. In questa sezione vengono riportate tutte le informazioni necessarie all'uso ed alla consultazione del prodotto radar. Per ciascuno di questi viene riportato una scheda informativa sintetica in cui si evidenziano le caratteristiche identificative utili ad una comprensione del prodotto stesso.
- La seconda sezione dedicata all'uso operativo per i CFD, dove si propone una suddivisione dei prodotti per livelli legati al dettaglio dell'informazione, al livello di conoscenza/competenza dell'operatore di Centro Funzionale. Ad ogni livello viene associata una tipologia di informazione classificata in 4 livelli che indicano idealmente altrettanti possibili livelli di approfondimento e che presuppongono una competenza cre-

scente. Tale suddivisione permette già dal livello informativo di base di discriminare le caratteristiche del fenomeno in atto e successivamente utilizzare un prodotto piuttosto che un altro. In questa sezione inoltre è stato approfondito un approccio integrato multi-parametrico e multi-sensore tra i diversi prodotti disponibili, sulla base di una procedura redatta dal CFC, anche attraverso una serie di casi studio, con l'obiettivo di garantire una maggiore robustezza alla procedura del monitoraggio in tempo reale anche attraverso una validazione speditiva di congruenza tra prodotti provenienti da fonti diverse (rete radar, rete a terra, rete satellitare, fulminazioni).

- La terza sezione è relativa alla descrizione sintetica dei principali errori connessi alle misure da radar meteo e la modalità con cui identificarli in modo speditivo secondo la letteratura scientifica anche attraverso l'analisi di casi studio. Lo scopo principale di questa sezione è quello di fornire all'operatore la conoscenza e la capacità di comprendere le informazioni dei prodotti riconoscendone, qualora presenti, i possibili errori. Tale analisi è stata effettuata sulla base dell'attività B.2.1. del primo anno consistita in una ricognizione dell'utilizzo operativo dei prodotti in ciascuno dei CFD delle Regioni coinvolti nel PON.
- La quarta sezione riguarda la trasmissione delle informazioni dal CFD verso altri Enti territoriali, in particolare Comuni e i presidi territoriali fornendo alcuni suggerimenti relativi a come comunicare in modo semplice, senza eccedere nel contenuto tecnico, la situazione in atto, fornendo così elementi al Centro Operativo Comunale, al Tecnico Comunale ed agli Amministratori sugli accadimenti in atto. Lo scopo è cercare di effettuare un monitoraggio che integri le informazioni desunte dai prodotti osservativi e l'eventuale attività di presidio sul territorio per comprenderne gli effetti al suolo e infine dimensionare la risposta di Protezione Civile a livello Comunale e/o Regionale. Tale atti-

ività è essenziale al fine di rendere efficace l'attività di monitoraggio ai sensi della Direttiva PCM del 27 febbraio 2004 e ripreso dal documento redatto dalla Commissione Speciale Protezione Civile Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio" Regioni e condiviso con il DPC nel Marzo 2018 e relativa nota di riscontro del Capo Dipartimento del Giugno 2018.

### **2.1.3.2 - Prodotti attività di affiancamento**

Come accennato in precedenza, l'attività B21 del progetto ha riguardato l'erogazione di un servizio di affiancamento specifico per ciascuna delle cinque Regioni. Tale attività, svolta in sinergia con i tecnici regionali, ha portato alla redazione di specifiche Linee guida Regionali (LGR) - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar, integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi (report B21BAS/CAL/CAM/PUG/SIC\_LG1). Tali documenti sono contestualizzati alle esigenze tecniche-organizzative regionali e hanno come obiettivo quello di fornire strumenti operativi efficaci per l'attività di monitoraggio in real time dei fenomeni meteo-pluviometrici ai fini di protezione civile. In particolare, in ciascuna Linea guida è presente:

- una prima parte in cui vengono descritti brevemente le Linee guida sul monitoraggio mediante radar e la possibile integrazione normativa e di riorganizzazione di alcuni strumenti presso lo specifico sistema regionale;
- una seconda parte in cui vengono descritte le modalità con cui ad oggi viene realizzato il monitoraggio da parte del CFD;
- una terza parte in cui vengono definite le proposte di procedure operative elaborate in sinergia con tecnici di ciascun CFD per il monitoraggio in corso di evento dei fenomeni temporaleschi sulla base delle specifiche indicati nella Linee guida (A.2.1).

Sempre nell'ambito dell'attività di affiancamento B21 è stato elaborato, per ciascuna delle

cinque Regioni, un documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio (report B21BAS/CAL/CAM/PUG/SIC\_RT1).

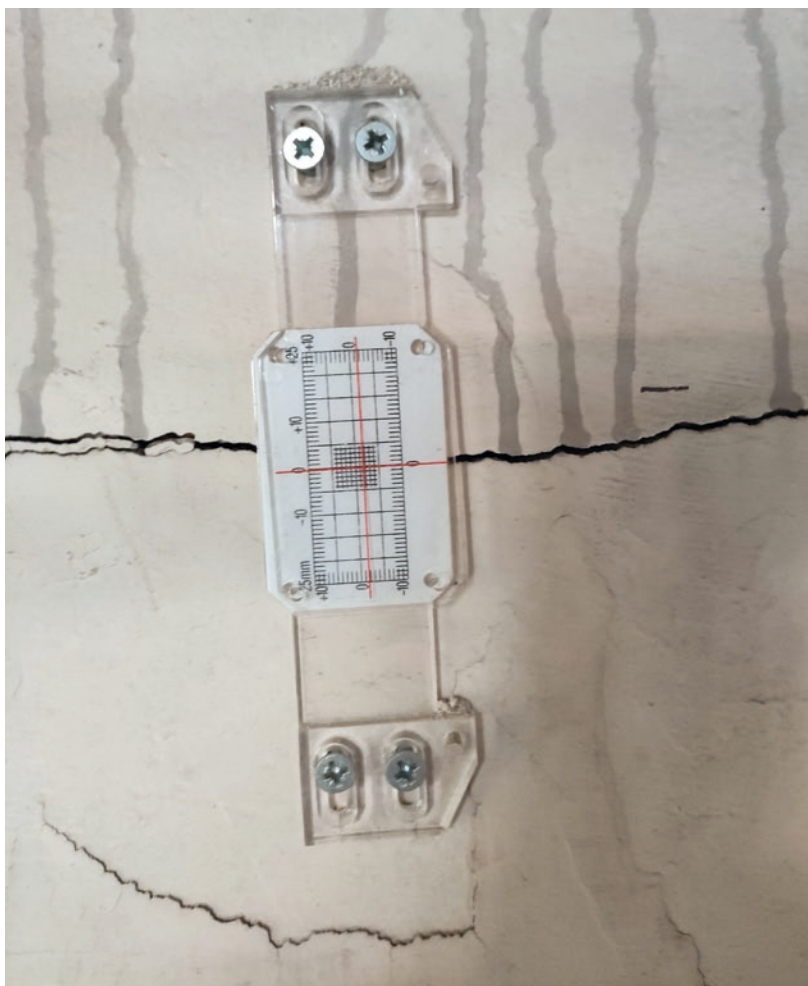
### **2.1.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali**

Le Linee guida regionali, consegnate al termine della terza annualità a ciascuna amministrazione regionale, sono state recepite, tramite atti formali, da parte delle Regioni Basilicata, Campania, Puglia e Sicilia e citati quali prodotti da utilizzare nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni adottato dalla Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia con Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 22 dicembre 2021 (vedi Allegato 1). In particolare, la Regione Puglia ha implementato tale procedura su una propria piattaforma regionale SINAPSI-Sistema Integrato di Analisi, Previsione, Sorveglianza e Informazione che genera, in caso di evento ritenuto critico, uno specifico documento denominato "Bollettino di Aggiornamento Temporalì".

## **2.2 - SISTEMI DI MONITORAGGIO SPEDITIVI E A BASSO COSTO**

### **2.2.1 - Monitoraggio speditivo per finalità di protezione civile**

Negli ultimi decenni gli eventi meteorologici estremi, correlati ad una crescente incuria del territorio e ad una incessante urbanizzazione delle aree, hanno portato ad un aumento degli impatti delle precipitazioni intense o prolungate in termini di fenomeni franosi e/o alluvionali. Al fine di contrastare gli effetti di tali fenomeni, è importante disporre di un sistema di gestione delle situazioni di rischio ai fini di protezione civile. Le fasi operative di gestione di un'emergenza devono essere attivate da ciascun livello territoriale in base



> **Figura 2.2.1**  
Fessurimetro (Fonte:  
foto Paolo Allasia IR-  
PI Torino, Geohazard  
Monitoring Group).

ad un input previsionale o in conseguenza di una specifica situazione in atto sul territorio. L'attività di osservazione strumentale o l'osservazione degli effetti al suolo causati dalle piogge, se ricondotte al superamento di soglie, garantiscono oggettività al processo di gestione degli eventi e uniformità decisionale indipendentemente dal singolo operatore, consentendo inoltre un passaggio di fase puntuale e non ambiguo.

Nell'ambito delle attività PON Governance 2014-2020 "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile-rischio idrogeologico e idraulico", su incarico del Dipartimento della Protezione Civile, la Fondazione CIMA (Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale) ha predisposto una review dei sistemi di monitoraggio speditivi in funzione dei differenti scenari di evento.

Il documento mira a definire i criteri per la scelta della tipologia di sistemi di monitoraggio speditivi attraverso i quali supportare le Regioni obiettivo del PON e, a sua volta, i Comuni ad esse afferenti, per comprendere in modo speditivo la dinamica degli eventi in atto e il loro possibile impatto sul territorio.

Per l'individuazione degli strumenti idonei alle

attività di monitoraggio speditivo, vi è la necessità di selezionare criteri di scelta tali da garantire una migliore gestione degli eventi prevedibili e, in secondo luogo, definire gli scenari di evento che dovranno essere osservati.

Le attività operative di gestione dell'emergenza legate all'osservazione degli scenari di evento devono necessariamente essere combinate. In questo modo, i decisori hanno la possibilità di:

- (I) monitorare i fenomeni attraverso l'utilizzo di strumenti integrabili tra loro;
- (II) impostare il sistema di monitoraggio attraverso l'utilizzo di soglie predefinite collegate ad azioni/fasi operative;
- (III) allertare la popolazione in un tempo utile a mettere in atto le misure di auto-protezione, attraverso l'utilizzo di un sistema di comunicazione.

L'attività di monitoraggio attraverso strumenti di tipo speditivo trova ulteriore riscontro all'interno delle politiche di riduzione del rischio sia a livello comunitario che internazionale. Il *Sendai Framework for disaster risk reduction 2015-2030*, nell'ambito della priorità di azione n. 1: *Conoscere i rischi da disastro*, riconosce che le azioni di monitoraggio e la loro integrazione all'interno di un sistema di *early warning* sono necessarie per aumentare la disseminazione di strumenti con lo scopo di registrare, raccogliere e condividere le informazioni sui *loss data* e rafforzare le azioni di riduzione di rischio attraverso le implementazioni di modelli, valutazione degli scenari di rischio, monitoraggio e sistemi *early warnings* multirischio.

Facendo riferimento alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 Febbraio 2004 e s.m.i. sul sistema di allertamento nazionale per i rischi idrogeologici ed idraulici, viene demandato alle strutture regionali e delle Province Autonome competenti (Centro Funzionali Decentrati) il compito di mettere in opera le fasi di previsione, di monitoraggio e sorveglianza, definendo queste ultime come: i) un'osservazione qualitativa e quantitativa, diretta e strumentale, dell'evento meteo-idrologico ed idrogeologico in atto; ii) previsione a breve dei

> **Figura 2.2.2**  
Estensimetro monoassiale a barra  
(Fonte: foto Gregorio Mannucci).



relativi effetti attraverso il nowcasting meteorologico e/o modelli afflussi-deflussi inizializzati da misure raccolte in tempo reale.

Anche per il Codice della Protezione Civile (D.Lgs. n. 1/2018 e s.m.i.), le attività di monitoraggio rivestono un ruolo fondamentale all'interno dei sistemi di allertamento multirischio. L'art. 19 del sopracitato codice prevede anche il coinvolgimento della comunità scientifica con particolare attenzione alle attività ordinarie e operative condotte in favore delle componenti del Servizio Nazionale che includono, tra l'altro, il monitoraggio e la sorveglianza degli eventi, lo sviluppo di banche dati e ogni altra attività utile per la gestione delle emergenze e la previsione e prevenzione dei rischi che fornisca prodotti di immediato utilizzo.

È importante definire in questo contesto cosa si intende per monitoraggio speditivo. In letteratura sono disponibili numerose definizioni di sistema di monitoraggio. Generalmente un sistema di monitoraggio viene messo in opera al fine di raccogliere, elaborare e rappresentare i dati provenienti da differenti sensori e strumenti ubicati in siti differenti. Monitorare l'evolversi degli eventi meteorologici, idraulici e geologici nonché il loro impatto sul territorio è di fondamentale importanza nell'ambito di una gestione ottimale delle emergenze. Essendo questi avvenimenti molto impattanti sul territorio, poter disporre di procedure, modelli e

dispositivi interoperabili nonché di sistemi di soglie predisposti per l'attivazione/disattivazione di fasi operative di gestione dell'emergenza può rappresentare un significativo progresso in direzione della riduzione dei rischi da disastro.

Le attività di monitoraggio, siano esse connesse all'evento in corso o in previsione dello stesso, possono essere distinte in due tipologie:

- **Strumentale:** le attività di monitoraggio strumentale vengono effettuate attraverso tool, modelli o strumenti in grado di determinare l'insacco o l'evolversi di uno scenario di evento.
- **Non strumentale:** un esempio è costituito dal Presidio territoriale. Le attività di Presidio territoriale possono essere considerate come attività di monitoraggio on-site di un evento attraverso l'impiego di squadre tecniche o grazie all'impiego del volontariato. Si tratta di un'attività prevalentemente osservativa, effettuata al più con strumenti di semplice utilizzo.

L'obiettivo principale delle Linee guida è quello di definire i criteri per la scelta della tipologia di sistemi di monitoraggio speditivi idonei a rafforzare e supportare, nelle Regioni obiettivo del PON, le azioni di monitoraggio dei fenomeni idrogeologici ed idraulici. Le azioni/criteri così strutturate possono essere utilizzate dai



> **Figura 2.2.3**  
Stazione pluviometrica, nivometrica e termo-igrometrica (Fonte: foto Rete Meteo Regione Siciliana).

Comuni o dagli Ambiti nella scelta dei sistemi di monitoraggio più idonei per monitorare, in modo rapido, l'evolversi degli eventi e il loro possibile impatto sul territorio.

Si intende, dunque, definire l'attività di monitoraggio speditiva come: *l'osservazione di eventi naturali in atto su un territorio attraverso l'utilizzo di strumentazione, tale da fornire informazioni sull'evoluzione di un fenomeno producendo dati rappresentativi che soddisfino i seguenti criteri: (i) in breve tempo (real time o near-real time), (ii) con un'elevata capacità di risposta per l'attivazione delle procedure previste dai Piani di Protezione Civile, (iii) associati a sistemi di soglia, (iv) che restituiscano dati che siano di facile ed immediata interpretazione, (v) con la possibilità di essere interoperabili con altro tipo di strumentazione ed (vi) integrabili all'interno di una piattaforma di visualizzazione del dato (open software o client software open) e/o in un early warning system al fine di poter allertare la popolazione su un evento in atto, (vii) anche attraverso l'utilizzo di strumentazione a basso costo sia per quanto riguarda l'acquisto che per il costo della misura.*

## 2.2.2 - Attività svolta

La metodologia adottata per la redazione delle Linee guida è stata articolata a seconda delle fasi della ricerca. In una prima fase è stata effettuata una *desk review* con l'obiettivo di raccogliere dati e informazioni sulle differenti tipologie di sistemi di monitoraggio speditivo. In questa fase sono stati raccolti ed esaminati i risultati della *desk review* sulla letteratu-

ra scientifica nazionale e internazionale. La review iniziale è stata predisposta per comprendere quali sono i possibili criteri per l'individuazione delle tipologie di strumenti per il monitoraggio speditivo.

L'aggregazione degli strumenti di monitoraggio è stata organizzata in base a differenti criteri, in particolare aggregando gli strumenti per scenario di evento e per i criteri individuati come speditivi.

Nell'ambito della definizione degli obiettivi della Linea guida sono stati valutati i sistemi di monitoraggio più efficaci in base a:

- I. tipo di variabile misurabile dallo strumento;
- II. caratteristiche fisiche del territorio;
- III. scenario di evento previsto;
- IV. caratteristiche tecniche degli strumenti;
- V. fenomeni osservabili;
- VI. capacità di risposta del sistema di protezione civile.

### Criteria per l'identificazione di strumenti di monitoraggio idonei per i differenti scenari di evento

La scelta del sistema di monitoraggio da implementare dovrà essere basata in primo luogo sulla identificazione degli scenari di evento. Il monitoraggio dei movimenti franosi, ad esempio, è del tutto differente dal monitoraggio delle manifestazioni di natura idraulica, sia per quanto riguarda la scelta dei dispositivi da installare sia per quanto riguarda gli approcci metodologici. Per quanto riguarda i fenomeni idrologici e idraulici, è di importanza fondamentale la conoscenza approfondita del bacino idrografico ed in particolare, le sue dimensioni, l'acclività, il tipo di antropizzazione, i terreni di copertu-





> **Figura 2.2.4**  
Stazione totale  
(Fonte: foto DPC).

ra, ecc. Rileva per importanza, anche ai fini applicativi di protezione civile, il tempo di corvazione, che determina l'implementazione di alcuni dispositivi di monitoraggio e la minore rilevanza di altri: ad esempio, per i bacini idrografici di notevole estensione, dell'ordine di decine di migliaia o di migliaia di kmq (come nel caso del Po, dell'Adige e del Tevere) particolare rilievo assume il monitoraggio idrometrico, che avviene misurando le altezze idrometriche in predefinite sezioni dei corsi d'acqua. Invece, nel caso di bacini idrografici di ridotta estensione, occorre necessariamente tenere in considerazione gli esigui tempi di risposta e la conseguente necessità di modulare la composizione del sistema di monitoraggio. Le Linee guida, pertanto, tengono nella dovuta considerazione le caratteristiche idrografiche e geomorfologiche del bacino idrografico.

Sono ricomprese nelle Linee guida sia strumenti di tipo tradizionale (pluviometri, idrometri, ecc.) sia strumenti e approcci innovativi a carattere sperimentale (*Internet of Things-IoT*, *signal of opportunity*, ecc.) il cui sviluppo è ancora oggi in corso. In alcuni casi (ad es. telecamere e fotocamere ad alta risoluzione) più che di veri e propri strumenti di misura, si tratta di dispositivi a supporto dell'attività di vigilanza, a

carattere prevalentemente osservativo.

Anche per quanto riguarda i sistemi di monitoraggio delle manifestazioni connesse al rischio idrogeologico, riconducibili per lo più ai movimenti franosi, sono ricompresi dispositivi sia di uso consolidato e generalizzato (estensimetri, inclinometri, ecc.) sia metodologie anche relativamente recenti (utilizzo di droni, laser scanning, ecc.).

Sia per quanto riguarda i fenomeni idrologici e idraulici sia per quanto concerne le manifestazioni di tipo geologico, le Linee guida sottolineano l'importanza dei presidi territoriali ai fini dell'aggiornamento anche in corso di evento degli scenari di evento e di rischio.

Le Linee guida riportano dunque i criteri per l'identificazione e per la scelta corretta degli strumenti di monitoraggio speditivo per lo studio dell'evoluzione dei fenomeni idrogeologici ed idraulici. Per identificare gli strumenti più idonei alla fase di monitoraggio strumentale di un evento può rivelarsi necessario stabilire delle macro-aree di interesse. La scelta dello strumento più efficace deriva da diversi fattori che possono essere identificativi dell'evento stesso. Sono state scelte alcune macroaree di interesse, che potrebbero essere ampliate, aggiornate o modificate in base agli sviluppi scientifici e tecnologici futuri, considerando le Linee guida un prodotto dinamico.

I criteri sono stati definiti in seguito ad interlocuzioni con esperti e ad una desk-review scientifica dello stato dell'arte delle attività di monitoraggio in campo nazionale ed internazionale. Uno strumento per essere definito speditivo deve soddisfare questi requisiti:

- strumento *low cost*: ovvero il costo della strumentazione deve essere di almeno 1/3 inferiore al costo di una strumentazione top di gamma;
- dato e logger dei dati *open source*: il dato deve essere accessibile da qualsiasi utente, sia per la visualizzazione che per lo storage dello stesso;
- durabilità dello strumento: la capacità di un

componente di svolgere le funzioni richieste durante un periodo di tempo specificato (vita utile o *service life*), sotto l'azione di diversi agenti;

- Interoperabilità/integrabilità in EWS: lo strumento di monitoraggio deve essere interoperabile con altra strumentazione e poter essere integrato in un *early warning system* per l'allertamento della popolazione;
- analisi costi/benefici: in fase di progettazione ed installazione dell'opera, i costi per la manutenzione, raccolta di questi ultimi devono essere chiari sin dall'inizio della messa in opera della stessa. Il costo di installazione, manutenzione e raccolta del dato deve essere consono con il miglioramento dell'attività di monitoraggio;
- affidabilità del dato: ovvero la capacità di rispettare le specifiche tecniche di funzionamento nel tempo, definendo un grado di qualità del dato proveniente dalla strumentazione;
- facilità di interpretazione del dato: il dato deve essere di facile lettura e di immediata interpretazione anche da parte di un operatore non specializzato.

Per ogni strumento di monitoraggio, occorre considerare alcuni aspetti (macro-aree di interesse):

- Fenomeni osservabili: le manifestazioni oggetto dell'attività sono di tipo idrogeologico o idraulico. A seconda del tipo di manifestazione vi è la possibilità di installare uno strumento diverso idoneo allo scopo da perseguire; la tipologia dello strumento può essere correlata ad uno scenario di rischio, al fine di poter disporre di una serie di strumenti di monitoraggio direttamente correlati a questo.
- Scenario di evento: con lo scopo di migliorare la definizione delle azioni da attivare in caso di evento, vengono definiti scenari di evento al fine di associare una serie di strumenti ad un singolo scenario.
- Tipo di variabile misurabile o stimabile: tipologia di parametri effettivamente misurabili o stimabili dallo strumento. In alcuni casi, infatti, la variabile può essere misu-

rata (ad es. quantità di pioggia nel caso dei pluviometri) in altre circostanze si tratta di osservazioni di tipo qualitativo (ad es. per mezzo di telecamere) che, al più, possono fornire delle stime di massima della variabile considerata.

- Scopo del monitoraggio: lo scopo del monitoraggio determina l'installazione e l'utilizzo degli strumenti del sistema. Alcune tipologie di strumenti possono essere idonee per un utilizzo in fase di emergenza (monitoraggio di una frana attiva, monitoraggio livello idrometrico) altri possono avere un utilizzo sul medio-lungo periodo (monitoraggio satellitare), altri possono essere utilizzati in entrambi i casi (radar banda X/C/L). Lo scopo dell'installazione può essere anche distinto in: 1) installazione in emergenza, in quanto lo strumento può essere messo in opera per valutare l'evoluzione di un fenomeno in atto; 2) installazione post-emergenza, quando gli strumenti di monitoraggio possono essere utilizzati per verificare l'efficacia di un'opera di difesa; 3) installazione di strumentazione per il monitoraggio continuo di parametri utilizzabile per la valutazione dei fenomeni in caso di evento.
- Caratteristiche fisiche del territorio: lo strumento deve tenere conto delle caratteristiche geomorfologiche, idrauliche e geologiche del territorio. A titolo di esempio, può essere preso in esame il caso di una precipitazione abbondante su un piccolo bacino. In questo caso potrebbe essere usata una serie di sensori pluviometrici collegati a un sistema di soglie che consentono maggiormente di poter identificare degli innalzamenti di rii e bacini secondari che possono essere presenti. Occorre tuttavia tenere in considerazione che su piccoli bacini il monitoraggio basato solo su pluviometri non sempre è la soluzione ottimale, a causa dei ridottissimi tempi di corrvazione. Di converso, sui grandi bacini idrografici, i sensori idrometrici risultano fondamentali per il monitoraggio delle piene. Ciò non toglie che i vari strumenti di monitoraggio strumentali possano essere integrati tra loro per monitorare anche a diversa scala di bacino i fenomeni.

- Caratteristiche tecniche dello strumento: lo strumento deve essere compatibile con le infrastrutture di trasmissione dati disponibili nel territorio (rete GSMR, rete radio, ecc.) e proprie della componentistica associata. Sulla base delle caratteristiche fisiche e tenuto conto anche dell'infrastruttura di comunicazione disponibile in loco, la scelta dello strumento deve necessariamente tenere conto delle caratteristiche tecniche dello strumento, come campo di misura, risoluzione, precisione, ripetibilità della misura, compatibilità dello strumento con altra strumentazione, calibrazione, durabilità, resistenza alle alte e basse temperature della componentistica.
- Capacità di risposta di protezione civile: la capacità di risposta di un territorio e di conseguenza della sua risposta in caso di evento calamitoso può variare sulla base delle competenze tecniche della struttura/ente, anche con riferimento alla dimensione territoriale dell'amministrazione coinvolta (Città metropolitana, Area vasta, Ambito, Comune); La capacità di risposta del sistema locale di protezione civile può variare sulla base delle competenze tecniche, dell'esperienza o di una più alta attenzione nei confronti degli eventi, anche sulla base delle lesson-learned degli eventi passati. La competenza di un ente o di una struttura può far variare il livello di osservazione e di monitoraggio attraverso l'utilizzo di strumentazione più complessa. Con l'uso di strumenti per il monitoraggio speditivo, tuttavia, potrebbe essere favorita la disseminazione a livello locale di strumenti che consentono di poter supportare le decisioni in ambito di protezione civile.

### Aggregazione degli strumenti di monitoraggio per scenario di evento

Inoltre, nelle Linee guida è stata effettuata un'aggregazione degli strumenti di monitoraggio a seconda dello scenario di evento. Nello specifico, gli scenari di evento presi in considerazione sono quelli individuati dal CAMILab (Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idroge-

ologica dell'Università degli Studi della Calabria) nell'ambito delle attività del PON Governance.

Il lavoro effettuato da CAMILab ha portato, nel corso degli anni, alla definizione di una tipizzazione degli scenari di evento, ovvero alla definizione dei c.d. "Nuovi Scenari Tipici di Evento" (STE 2.0). I sistemi di monitoraggio sono stati associati agli scenari tipici di evento, consentendo dunque di fornire delle aggregazioni di strumenti per alcuni scenari di evento. Integrando le informazioni dei sensori è possibile avere una visione d'insieme dello scenario di evento, analizzando tutte le forzanti che possono innescare ed attivare fenomeni che possono essere quantomeno anticipati, attraverso l'uso corretto delle informazioni provenienti da strumenti di tipo speditivo. Viene fornita un'aggregazione possibile di strumenti di monitoraggio speditivo per tipologia di scenario di evento in atto, anche in ottica della creazione di piattaforme di *Early Warning System* per l'allertamento della popolazione o delle pubbliche amministrazioni (Comuni, unioni di Comuni, Ambiti Territoriali Ottimali).

Nella Tabella 2.2.1 viene riportata un'aggregazione degli strumenti per scenari tipici di evento: si noti che alcune tipologie di strumenti (indicate in rosso) sono di tipo non speditivo oppure sono a carattere sperimentale. Inoltre, si sottolinea che, in alcuni casi (ad es. radar banda X/C) il monitoraggio si riferisce alla forzante e non al fenomeno, precisando che alcune manifestazioni (ad es. frane di crollo) possono verificarsi anche senza forzante meteorologica.

### Aggregazione degli strumenti di monitoraggio attraverso i criteri speditivi individuati

In ultimo, nelle Linee guida, per ogni strumento di monitoraggio viene riportata una scheda riassuntiva delle caratteristiche del monitoraggio: fenomeno osservabile, variabile misurabile o stimabile, scenario di evento, ecc. I criteri riportati nella tabella sono quelli precedentemente identificati. La struttura delle schede è riportata nella Tabella 2.2.2.

Scenario tipico di evento (STE 2.0)	Strumento monitoraggio forzante (in rosso strumento di tipo non speditivo o a carattere sperimentale)	Strumento monitoraggio del fenomeno (in rosso strumento di tipo non speditivo o a carattere sperimentale)
Flash flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$	Pluviometri Radar banda X/C Signal of opportunity Citizen scientist	Telecamere per il controllo del livello idrometrico Fotocamere e telecamere di sorveglianza Osservazione presidi territoriali
Alluvione in piccoli bacini con tempo di corrivazione $< 12h$	Pluviometri Radar banda X/C IoT & Big Data Signal of opportunity	Idrometri radar o ad ultrasuoni Crowdsourcing Telecamere per il controllo del livello idrometrico Fotocamere e telecamere di sorveglianza Osservazione presidi territoriali
Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12h$	Pluviometri Radar banda X/C IoT & Big Data Signal of opportunity	Idrometro radar o ad ultrasuoni Crowdsourcing Fotocamere e telecamere di sorveglianza Osservazione presidi territoriali
Allagamento per inadeguato drenaggio	Pluviometri Radar banda X/C IoT & Big Data Signal of opportunity Citizen scientist	Crowdsourcing Osservazioni presidi territoriali
Frane diffuse	Pluviometri (*) Radar banda X/C (*)	Radar banda L/InSAR Laser Scanning GPS/GNSS Droni & UAV Piezometri Inclinometri TDR Osservazione presidi territoriali
Frane localizzate	Pluviometri (*) Radar banda X/C (*)	Estensimetri Spie & griglie Droni & UAV Tensimetri Crowdsourcing Osservazioni presidi territoriali

Scenario tipico di evento (STE 2.0)	Strumento monitoraggio forzante (in rosso strumento di tipo non speditivo o a carattere sperimentale)	Strumento monitoraggio del fenomeno (in rosso strumento di tipo non speditivo o a carattere sperimentale)
Frane che possono interessare corsi d'acqua	Pluviometri (*) Radar banda X/C (*)	Osservazioni presidi territoriali Droni & UAV Piezometri GPS/GNSS Radar banda L/InSAR
Colate di fango e di detrito	Pluviometri (*) Radar banda X/C (*)	Ecometri radar e/o ultrasuoni Geofoni, sensori acustici e sismici Sensori di pressione/Celle di carico Tensimetri Sensori a strappo
Sinkhole	Pluviometri (*) Radar banda X/C (*)	Satelliti Radar/InSAR Estensimetri, inclinometri, piezometri GPS/GNSS
Effetti temporaleschi	Pluviometri Radar banda X/C IoT & Big Data Signal of opportunity Citizen scientist	Crowdsourcing Osservazioni presidi territoriali

(\*) Alcuni fenomeni e movimenti gravitativi di versante possono verificarsi anche senza forzante meteorologica. Nel caso i fenomeni geologici siano associati a forzanti meteorologiche, non si prescinde dall'uso di pluviometri e radar da associare a sistemi di soglia.

> **Tabella 2.2.1**

Aggregazione dei sistemi di monitoraggio per scenario di evento.

<b>Caratteristiche del monitoraggio</b>	<b>Descrizione</b>
Fenomeno osservabile	Tipo di fenomeno osservabile dallo strumento
Variabile misurabile o stimabile	Tipo di variabile che può essere misurata o stimata dallo strumento
Scenario di evento	Scenario di evento per cui lo strumento può essere utilizzato
Interoperabilità	Possibilità di interoperabilità dello strumento con altro tipo di strumentazione per lo studio di un fenomeno e/o caratterizzare le varie evoluzioni che può avere uno scenario di evento
Integrazione in early warning system	Possibilità di inserire lo strumento all'interno di un EWS per l'allertamento della popolazione e/o delle pubbliche amministrazioni in caso di evento
Uso piattaforma di visualizzazione dati	Viene indicata la tipologia di piattaforma che può essere utilizzata dallo strumento
Interpretazione dei dati	Indica la facilità di interpretazione dei dati provenienti dalle misure effettuate dallo strumento
Affidabilità del dato	Grado di affidabilità della misura effettuata dallo strumento
Costo strumentazione	Qualora disponibile viene riportato un range di costo dello strumento
Costo misura	Costo della misura, gestione della piattaforma o della manutenzione dello strumento
Tipo di monitoraggio ed informazioni ricavabili	Uso che può essere fatto dell'informazione ricavabile dallo strumento
Scopo/obiettivo del monitoraggio	Finalità del monitoraggio
Caratteristiche fisiche del territorio	Caratteristiche di massima del territorio in cui è possibile installare lo strumento, caratterizzazione di tipo geomorfologica, idraulica e geologica
Caratteristiche tecniche dello strumento	Caratteristiche tecniche dello strumento, durabilità, facilità di utilizzo, ecc.
Capacità di risposta del sistema di protezione civile/Competenza necessaria	Capacità di risposta del sistema di protezione civile in funzione del dato letto dallo strumento/Tipo di competenza necessaria per poter utilizzare lo strumento, risposta che può essere messa in opera dal sistema locale di protezione civile
Utente finale	Utilizzatore finale dell'informazione proveniente dallo strumento
Casi d'uso/Case History	Esempi di utilizzo della strumentazione, casi d'uso della strumentazione

> **Tabella 2.2.2**

Struttura della scheda riassuntiva di ogni sistema di monitoraggio.

### > Figura 2.2.5

Danneggiamento della A6 Savona-Torino a seguito di un movimento franoso (Fonte: foto Centro per la Protezione Civile dell'Università di Firenze).



#### Case history: il monitoraggio della frana di Madonna del Monte, viadotto autostradale dell'A6 Savona-Torino

Al fine di illustrare l'utilità dei sistemi di monitoraggio ai fini di protezione civile, nel documento è stato descritto un caso reale di utilizzo dei sistemi di monitoraggio, avvenuto a seguito della frana del 24 novembre 2019 che ha interessato un viadotto dell'autostrada A6 Savona-Torino. Il Dipartimento della Protezione Civile ha incaricato due Centri di competenza (Fondazione CIMA e Centro per la protezione civile dell'Università di Firenze) di effettuare sopralluoghi e rilievi a supporto della gestione dell'emergenza.

Nello specifico, le attività svolte congiuntamente dai Centri di competenza incaricati sono state condotte con lo scopo di:

- individuare le cause del dissesto;
- verificare lo stato di attività della frana, anche tramite l'installazione di appropriati sistemi di monitoraggio;
- valutare le condizioni di rischio residuo;
- identificare e proporre delle procedure operative volte alla gestione della viabilità in fase di emergenza sulla carreggiata di rettrice Savona.

È stato effettuato un rilievo fotogrammetrico di dettaglio eseguito da drone, nonché un rilievo lidar da elettrico, entrambi con lo scopo di creare una topografia di dettaglio aggiornata dell'area oggetto di indagine. Il sistema di monitoraggio installato era costituito da pluviometri per il monitoraggio real time degli afflussi meteorici e da un radar interferometrico per il monitoraggio degli spostamenti del corpo di frana. In ultimo, è stato eseguito il monitoraggio strutturale del viadotto e della parte terminale della colata. I sistemi così installati inviano i dati che confluiscono su pagine web che consentono il controllo dei dati e della funzionalità dei sistemi di monitoraggio. Sulla pagina web appositamente predisposta vengono visualizzate le soglie pluviometriche dei pluviometri installati e gli spostamenti letti dal radar con le relative velocità di spostamento. In caso di superamento delle soglie prefissate, vengono inviati delle comunicazioni che segnalano gli avvenuti valori sopra-soglia. Entrambi i dati sono stati associati a dei sistemi di soglia in cui le diverse fasi operative sono rientrate in un piano speditivo per l'eventuale chiusura del tratto a sud rispetto al nuovo tratto autostradale, che in breve tempo consentono una gestione ottimale.

### 2.2.3 - Prodotti realizzati

Il prodotto dell'attività svolta da Fondazione CIMA è costituito dalle "Linee guida per la scelta della tipologia di sistemi di monitoraggio speditivi in funzione dei fenomeni idrogeologici ed idraulici" (report A51\_LG1), alle quali si rimanda per un approfondimento dei temi richiamati nella presente scheda.

Il documento descrive l'attività effettuata e fornisce indicazioni chiare agli utenti per la scelta della tipologia dei sistemi di monitoraggio speditivi in funzione dei fenomeni idrogeologici e idraulici riferibili agli scenari di evento sopra richiamati.

Inoltre, la valutazione e la costante revisione degli scenari di evento e di rischio – per i quali si rimanda ai documenti redatti da CAMILab per i necessari approfondimenti – assumono rilevanza fondamentale anche ai fini dell'ag-

giornamento della pianificazione di protezione civile, che costituisce una delle misure non strutturali più efficaci a disposizione delle componenti del sistema di protezione civile. In prospettiva, anche in relazione alla costante evoluzione delle tecnologie e degli approcci utilizzati per il monitoraggio, il documento può essere considerato come un prodotto dinamico, aperto a modifiche, integrazioni e revisioni. La finalità rimane quella di supportare le Pubbliche Amministrazioni a scegliere, pianificare e implementare un sistema di monitoraggio finalizzato alla definizione e aggiornamento dinamico degli scenari di evento e di rischio, ed alla conseguente selezione e attuazione delle misure non strutturali a salvaguardia della pubblica incolumità, nonché, in molti casi, alla verifica dell'efficacia degli interventi non strutturali per il contrasto dei rischi idrogeologici e idraulici.



### 3.1 - CATALOGO EVENTI

#### 3.1.1 - Censimento dati sui fenomeni calamitosi

La Direttiva 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni o Floods Directive; recepita nell'ordinamento italiano dal D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010) del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, è relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni ed affronta specificamente la necessità di disporre di un catalogo sugli eventi alluvionali storici. In particolare, l'Art.4 della stessa prevede che gli Stati Membri effettuino una valutazione preliminare del rischio di alluvioni (*Preliminary Flood Risk Assessment-PFRA*) allo scopo di individuare (Art.5) le aree per le quali esisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi (*Areas of Potential Significant Flood Risk-APsFR*).

Tale valutazione si deve basare su dati e informazioni già disponibili o facilmente reperibili riguardanti le alluvioni avvenute in passato (*Flood Events*) che hanno avuto notevoli conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e che con elevata probabilità possono ancora verificarsi in futuro in maniera simile. Inoltre, è necessario considerare anche gli eventi che, pur non avendo avuto effetti particolarmente negativi in passato, potrebbero produrne in futuro anche a seguito dei cambiamenti di uso del territorio. Nel contesto italiano, la PFRA sostanzialmente coincide con quanto previsto dal D.P.C.M. del 29 settembre 1998 ("Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180"), agli articoli 2.1 e 2.2, come criterio generale per l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico. In virtù di questo, le autorità competenti preposte all'attuazione della direttiva hanno preso la decisione a livello nazionale di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, ma di avvalersi delle mi-

sure transitorie di cui all'articolo 11 comma 1 del D.Lgs. n. 49/2010, avendo già stabilito, prima del 22 dicembre 2010 di elaborare mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni e di predisporre Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (Geoportale Nazionale, Direttiva Alluvioni). Tuttavia, in vista del secondo ciclo di implementazione della Direttiva, che è stato avviato proprio nel 2018, è sorta la necessità di sviluppare/aggiornare la PFRA; tale attività passa anche dalla raccolta di dati relativi a danni e conseguenze collegati a eventi storici di alluvione.

La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 febbraio 2015 ("Indirizzi operativi inerenti la predisposizione della parte dei piani di gestione relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile di cui al D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE"), al punto 8, recita:

"Il Dipartimento della Protezione Civile mette a disposizione una piattaforma informatica sulla quale saranno caricati e visualizzati i dati validati resi disponibili dalle Regioni e dalle altre autorità competenti, nonché sarà possibile permettere anche l'attività di inserimento, validazione e visualizzazione di nuove informazioni relative agli eventi storici di alluvioni che saranno messi a disposizione della Commissione europea. Le modalità di alimentazione saranno definite da specifiche intese tra le varie strutture regionali competenti e le autorità di distretto".

La piattaforma in oggetto è denominata FloodCat ed è stata sviluppata dal Dipartimento della Protezione Civile in collaborazione con ISPRA. Le Regioni hanno definito procedure organizzative per il reperimento e l'inserimento delle informazioni richieste nella piattaforma FloodCat; in alcuni casi tali procedure sono codificate e/o coinvolgono in maniera sistematica Enti diversi, o possono essere utili a questi ultimi per scopi differenti da quelli per i quali è stata sviluppata la piattaforma FloodCat.

La raccolta di dati di danno e perdite dovuti a

eventi catastrofici è uno step fondamentale per la definizione di misure efficaci nelle varie fasi che caratterizzano il ciclo di gestione del rischio:

- nella fase di previsione, attraverso una migliore conoscenza dei fenomeni calamitosi che interessano/possono interessare il territorio e l'aggiornamento delle mappe di pericolosità (mappatura di nuove aree pericolose, nuove classificazioni di pericolosità per aree già mappate);
- nella fase di prevenzione, attraverso la realizzazione/il potenziamento di sistemi di allertamento, l'aggiornamento dei Piani di Protezione Civile e il rafforzamento dell'informazione alla popolazione;
- nella fase di gestione dell'emergenza, attraverso la possibilità di utilizzo di informazioni, aggiornabili in tempi brevi, sui fenomeni in atto e sui loro effetti, sulla base delle quali pianificare correttamente le azioni di risposta all'evento calamitoso;
- nella fase di superamento dell'emergenza, attraverso la disponibilità di un quadro conoscitivo, quanto più possibile completo e dettagliato, sugli eventi accaduti e sui danni dagli stessi provocati in modo da pianificare correttamente gli interventi per il ritorno alla normalità.

Nonostante l'importante ruolo comune costituito dai dati di perdita da eventi catastrofici, gli obiettivi specifici, gli approcci adottati e gli utenti coinvolti possono variare notevolmente. Difatti gli ambiti di utilizzo di tali dati sono potenzialmente molto differenti tra loro (protezione civile, difesa suolo, uffici dei Commissari delegati). Tali differenze implicano inoltre che possano essere molto differenti le caratteristiche dei dati acquisiti/utilizzati, nonché gli approcci stessi per la raccolta e l'organizzazione dell'informazione.

In ragione di tali aspetti problematici l'indirizzo progettuale generale per la realizzazione di un Catalogo eventi è stato quello di mantenere la visione d'insieme, che viene garantita dalla Direttiva Alluvioni, avviando un processo

per allargare la valutazione con un approccio multirischio.

Per perseguire tale obiettivo si è fatto riferimento alle linee del lavoro sviluppato nell'ambito del JRC da Rios-Diaz e Marin-Ferrer (2018), il cui scopo è proprio quello di promuovere uno schema di dati che possa essere utilizzato per la raccolta di dati in ambito multirischio.

Un altro criterio che è stato utilizzato per la creazione della struttura dati è stato quello di permettere la raccolta di informazioni provenienti dalle schede di ricognizione dei danni subiti per l'immediato sostegno alla popolazione e per l'immediata ripresa delle attività economiche e produttive.

Gli obiettivi relativi al Catalogo degli eventi (attività A23 e B22 di progetto) sono stati quindi quelli di:

- definire metodi, procedure e strumenti per l'acquisizione di dati sugli eventi idrogeologici e idraulici (frane, valanghe e alluvioni) e relativi danni provocati, in formati che siano comunque compatibili per l'inserimento dei dati relativi alle alluvioni nella piattaforma FloodCat;
- proporre per ognuna delle cinque Regioni coinvolte un sistema di raccolta dati che parta dal livello comunale e venga poi trasmesso ed acquisito a livello regionale.

### 3.1.2 - Attività svolte

Come già accennato in precedenza, all'interno dei sistemi regionali la raccolta e l'organizzazione di informazioni relative ai danni da eventi di carattere idrogeologico possono essere svolte da strutture differenti da quelle individuate per rispondere agli adempimenti relativi alla Direttiva Alluvioni, o possono essere utili a queste ultime per scopi differenti da quelli per i quali è stata sviluppata la piattaforma FloodCat. Per tale ragione, nell'ambito dell'attività A\_2\_3, è stata impostata una review dei potenziali scopi e strumenti disponibili per la raccolta e l'organizzazione di

dati relativi a danni da eventi catastrofici di origine naturale e vengono introdotti alcuni esempi di strumenti per la collaborazione tra Regioni ed Enti locali nella raccolta di dati su eventi e relativi danni.

Nell'ambito dell'attività di affiancamento alle Regioni coinvolte, il lavoro si è inizialmente focalizzato nella raccolta e nell'organizzazione dei dati su eventi idrogeologici e idraulici e relativi danni da inserire nella piattaforma FloodCat.

Ci si è poi concentrati nell'analisi delle attività svolte dai tecnici regionali per il popolamento della piattaforma FloodCat attraverso la somministrazione di un questionario volto all'identificazione di punti critici comuni a tutte le Regioni, al fine di poter raccogliere considerazioni su come migliorare l'attività in esame.

Sulla base dei risultati delle attività svolte il lavoro si è quindi articolato in due linee principali: a) la creazione di una struttura dati che potesse accogliere informazioni, su eventi e danni in ambito multirischio, utili per rispondere a diversi scopi, potenzialmente di interesse di diversi uffici/settori all'interno dell'amministrazione regionale; b) la creazione di uno strumento semplificato che potesse aiutare l'amministrazione regionale nell'acquisizione di informazioni dal livello comunale. All'esito di queste due linee di lavoro sono stati realizzati tre prodotti intermedi: un documento di Linee guida (A23\_LG1), un documento tecnico (A23\_DT1) e due tool informatici (A23\_TI1 e A23\_TI2)

L'attività è successivamente proseguita con la stesura di Linee guida regionali per la raccolta dei dati di danno legati a eventi di tipo idrogeologico nel contesto di ogni singola Regione, al fine del popolamento della piattaforma FloodCat (prodotto B22BAS/CAL/CAM/PUG\_LG1).

Le Linee guida in questione e i relativi allegati (file excel) definiscono e descrivono la struttura di Data-base multirischio per la raccolta di dati su eventi di origine idro-geologica e relativi danni. Le Linee guida e gli allegati completano e affinano quanto realizzato in

precedenza con i prodotti A23\_LG1, A23\_TI1 e A23\_TI2.

Il lavoro si è infine concluso con lo sviluppo di un Prototipo (mock-up) di sistema per la raccolta di informazioni su fenomeni alluvionali e da frane e relative conseguenze a livello locale (A23\_TI3). Tale strumento ha lo scopo di aiutare la Regione a strutturare logicamente il processo di raccolta e organizzazione delle informazioni, nonché come base per l'eventuale sviluppo di un applicativo da integrare all'interno dei propri sistemi informativi.

Tutte le attività relative al Catalogo eventi sono state svolte dalla Fondazione CIMA.

### **3.1.3 - Prodotti realizzati**

#### **3.1.3.1 - Principali risultati**

Partendo dalle informazioni necessarie per popolare la piattaforma FloodCat i prodotti realizzati permettono di raccogliere anche dati relativi ai fenomeni franosi e valanghivi. Sono stati sviluppati file Excel che possono essere utilizzati indipendentemente dall'eventuale sistema di interrogazione o visualizzazione e che mantengono la possibilità di caricare le informazioni inerenti i fenomeni alluvionali sulla piattaforma FloodCat. Per fare ciò, il punto di partenza è stato lo strumento Excel predisposto dal Dipartimento e messo a disposizione delle Regioni nel 2018 per l'inserimento massivo di informazioni in tale piattaforma.

Altresì si è associato il percorso di raccolta di informazioni su eventi alluvionali e da frana (e relative conseguenze) alle segnalazioni degli eventi da parte dei Comuni alla Regione e, in caso di eventi per i quali è stata concessa la dichiarazione dello stato di emergenza, alla ricognizione dei fabbisogni da parte dei Commissari Delegati, da sottoporre in ultima analisi al Dipartimento della Protezione Civile con l'utilizzo delle informazioni presenti nelle schede di rilevamento dati dello stesso Dipartimento. I prodotti finali dell'attività relativa al Catalogo eventi sono costituiti:

1. dalle Linee guida regionali - e file excel ad esse allegati - riguardanti la struttura di Data-base multirischio per la raccolta di dati su eventi di origine idro-geologica e relativi danni (B22\_LG1);
2. dall'applicativo web, sviluppato a livello di mock-up, realizzato con lo scopo di strutturare logicamente il processo di raccolta e organizzazione delle informazioni nonché di aiutare le amministrazioni regionali per l'eventuale sviluppo di un applicativo da integrare all'interno dei propri sistemi informativi (A23\_TI3).

Per la descrizione di dettaglio delle strutture dati e degli strumenti realizzati si rimanda all'esame dei prodotti sopraccitati disponibili online (vedi introduzione).

### 3.1.3.2 - Linee guida regionali

Le Linee guida regionali (prodotti B22\_BAS\_LG1; B22\_CAL\_LG1; B22\_CAM\_LG1; B22\_PUG\_LG1; B22\_SIC\_LG1 - "Linee guida regionali per la raccolta dei dati di danno legati a eventi di tipo idrogeologico in contesto regionale, al fine del popolamento della piattaforma FloodCat") descrivono i criteri generali in base ai quali è stata definita la struttura del Data-base multirischio per la raccolta di dati su eventi di origine idro-geologica e relativi danni.

I criteri adottati sono quelli di:

- mantenere la struttura dati di FloodCat, utilizzata per le alluvioni, modificandola per comprendere anche fenomeni franosi e valanghivi;
- permettere la raccolta di informazione provenienti dalle schede di ricognizione dei fabbisogni;
- favorire la collaborazione con gli Enti locali e la raccolta delle informazioni a livello comunale.

Vengono poi espone le strutture dati, integrate con i campi relativi ai fenomeni franosi, per l'archiviazione di dati a livello regionale e comunale.

La struttura dati a livello regionale è articolata in tre tabelle:

- una tabella principale, con le informazioni di potenziale interesse per una valutazione a livello regionale o nazionale, articolata in tre sezioni: EVENTO, DANNI e ESPOSTI;
- due tabelle ausiliarie, DICHIARANTE e QUANTIFICAZIONE DELLA SPESA, dedicate alle informazioni provenienti dai modelli di ricognizione fabbisogni ma non di diretto interesse per una valutazione a livello regionale o nazionale.

Sulla base di questa struttura, è stato sviluppato un file Excel (Allegato 1 alle Linee guida) per l'archiviazione dei dati che fosse anche utilizzabile nel caso si volessero caricare il subset di informazioni di interesse sulla piattaforma FloodCat. Per fare ciò, il punto di partenza è stato lo strumento Excel predisposto dal Dipartimento e messo a disposizione delle Regioni nel 2018 per l'inserimento massivo di informazioni in tale piattaforma.

La struttura dati a livello comunale è semplificata rispetto a quella che viene utilizzata a livello regionale in modo da non prevedere informazioni su elementi per i quali - soprattutto nel caso di eventi che interessano ambiti sovracomunali - la valutazione è di pertinenza regionale.

Sono stati omessi quindi gli elementi generali della caratterizzazione dell'evento, lasciando invece la possibilità di descrivere gli elementi di dettaglio del fenomeno stesso; la struttura di archiviazione di informazioni relative ai danni rimane invece sostanzialmente invariata rispetto a quanto previsto a livello regionale, omettendo però alcuni elementi che sono specifici delle schede di ricognizione dei fabbisogni.

Partendo da questa struttura è stato sviluppato un file Excel (Allegato 2 alle Linee guida) dedicato alle informazioni a livello locale.

Relativamente alla raccolta delle informazioni le Linee guida regionali trattano gli schemi e strumenti di acquisizione e il ruolo delle amministrazioni coinvolte. Il meccanismo di raccolta prevede tre fasi:

1. Prima fase, nella quale l'ente locale (tipicamente il Comune) compila una "scheda di

## SCHEDA DI PRIMA SEGNALAZIONE

Nome campo	Formato valori	Compilazione	Note
Nome comune	Testo libero	Obbligatorio	
Nome evento	Testo libero	Obbligatorio	Testuale, date e localizzazione evento
Tipo evento	Menù a tendina	Obbligatorio	
Data aggiornamento scheda	Data	Sistema	
Id scheda evento	Numerico	Sistema	
Nome fenomeno	Testo libero	Facoltativo	
Id fenomeno	Numerico	Sistema	
Data inizio	Data	Obbligatorio	
Data fine	Data	Obbligatorio	
Descrizione	Testo libero	Obbligatorio	Inserire una sintesi descrittiva del fenomeno, vale a dire della dinamica con cui si è verificata l'inondazione.
Tipo localizzazione	Menù a tendina	Obbligatorio	
Nome shapefile	Testo libero	Obbligatorio	Il file deve avere sistema di riferimento wgs84 coordinate geografiche (epsg 4326 ovvero srid 4326)
Lon	Numerico	Obbligatorio	
Lat	Numerico	Obbligatorio	
Nome localizzazione	Testo libero	Facoltativo	
Origine della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Obbligatorio	
Caratteristiche della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Facoltativo	
Meccanismo della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Obbligatorio	
Area inondata per lo specifico meccanismo di piena	Numerico	Obbligatorio	[M2] non si compila se si compila tratto interessato
Nome danno	Testo libero	Facoltativo	
Sintesi del danno	Testo libero	Obbligatorio	
Stima economica del danno	Numerico	Obbligatorio	
Data valutazione interventi	Data	Facoltativo	
Descrizione intervento	Testo libero	Facoltativo	
Tipologia intervento	Menù a tendina	Facoltativo	
Stato intervento	Menù a tendina	Facoltativo	
Costo intervento	Numerico	Facoltativo	

> **Figura 3.1.1**  
Esempio di Scheda di "prima segnalazione" per fenomeni alluvionali; in celeste campi provenienti da FloodCat; in giallo campi non FloodCat (Fonte: CIMA).

prima segnalazione" (Figura 3.1.1), contenente informazioni di base rispetto al fenomeno che ha colpito il proprio territorio: tali informazioni, così come quelle relative a una prima stima del danno, sono obbligatorie per poter effettuare la segnalazione, mentre rimangono facoltative quelle relative agli interventi pianificati o in corso.

2. Seconda fase, nella quale l'ente locale compila una "scheda di segnalazione" (Figura

3.1.2) che a differenza della prima scheda conterrà informazioni aggiuntive riguardo alle tipologie di intervento eseguite e/o pianificate e al loro costo. La struttura regionale raccoglie queste informazioni come documentazione di supporto per la richiesta di stato di emergenza. In questo caso, se pur aggregati, i dati relativi ai costi e agli interventi previsti/in corso sono obbligatori: la scheda ricalca quella relati-

## SCHEDA DI SEGNALAZIONE

Nome campo	Formato valori	Compilazione	Note
Nome comune	Testo libero	Obbligatorio	
Nome evento	Testo libero	Obbligatorio	
Tipo evento	Menù a tendina	Obbligatorio	
Data aggiornamento scheda	Data	Sistema	
Id scheda evento	Numerico	Sistema	
Nome fenomeno	Testo libero	Facoltativo	
Id fenomeno	Numerico	Sistema	
Data inizio	Data	Obbligatorio	
Data fine	Data	Obbligatorio	
Descrizione	Testo libero	Obbligatorio	Inserire una sintesi descrittiva del fenomeno, vale a dire della dinamica con cui si è verificata l'inondazione
Tipo localizzazione	Menù a tendina	Obbligatorio	
Nome shapefile	Testo libero	Obbligatorio	Il file deve avere sistema di riferimento wgs84 coordinate geografiche (epsg 4326 ovvero srid 4326)
Lon	Numerico	Obbligatorio	
Lat	Numerico	Obbligatorio	
Nome localizzazione	Testo libero	Facoltativo	
Origine della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Obbligatorio	
Caratteristiche della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Facoltativo	
Meccanismo della piena che ha dato origine al fenomeno alluvionale	Menù a tendina	Obbligatorio	
Area inondata per lo specifico meccanismo di piena	Numerico	Obbligatorio	[M2] non si compila se si compila tratto interessato
Tratto interessato per lo specifico meccanismo di piena	Numerico	Obbligatorio	[M] non si compila se si compila area interessata
Nome danno	Testo libero	Facoltativo	
Sintesi del danno	Testo libero	Obbligatorio	
Stima economica del danno	Numerico	Obbligatorio	
Data valutazione interventi	Data	Obbligatorio	
Descrizione intervento	Testo libero	Obbligatorio	
Tipologia intervento	Menù a tendina	Obbligatorio	
Stato intervento	Menù a tendina	Obbligatorio	
Costo intervento	Numerico	Obbligatorio	

### > Figura 3.1.2

Esempio di scheda di "segnalazione" per fenomeni alluvionali; in celeste campi provenienti da FloodCat, in giallo campi non FloodCat (Fonte: CIMA).

va alla prima segnalazione, variano solo gli elementi obbligatori.

3. Terza fase, nella quale l'ente locale compila la "scheda della ricognizione dei fabbisogni" che unita alle informazioni precedentemente raccolte completa i dati per il popolamento della struttura di Data-base descritta in precedenza; questa fase è fondamentale per la richiesta dei rimborsi e

riguarda non più solo un'informazione aggregata, ma richiede anche la compilazione di informazioni di dettaglio relative alle singole richieste sottoposte all'Ente locale da privati cittadini o imprese. La scheda è molto differente dalle due riportate precedentemente e a ciascuna scheda di segnalazione faranno riferimento numerose schede di ricognizione fabbisogni,



> **Figura 3.1.3**  
Ruoli definiti per l'utilizzo del tool informatico (Fonte: CIMA).

che concorreranno a definire l'ammontare del danno relativo all'evento complessivo. Molte delle informazioni riportate in queste schede non sono di interesse per la compilazione di FloodCat o di strutture dati analoghe per i fenomeni franosi come quelle realizzate nell'ambito del Programma PON (Allegato 1 alle Linee guida), ma possono essere di interesse delle strutture regionali o locali per gli utilizzi più opportuni.

Gli Allegati 3 e 4 alle Linee guida regionali riportano i file Excel contenenti le informazioni che gli Enti locali devono reperire per poter compilare le tre schede citate in precedenza, rispettivamente, per fenomeni di tipo alluvionale e per fenomeni di tipo geomorfologico (frane).

### 3.1.3.3 - Prototipo di applicativo web

Le attività legate al Catalogo eventi si sono sviluppate anche per la definizione di un Tool informatico di supporto alle Regioni per la raccolta massiva di dati presso le amministrazioni locali, principalmente i Comuni (prodotto A23\_T13 - "Prototipo - mock-up - di sistema per la raccolta di informazioni su fenomeni alluvionali e da frane e relative conseguenze a livello locale". Le funzionalità dello strumento sono disegnate con l'idea di acquisire molte delle informazioni dalle schede di ricognizione dei fabbisogni e richiesta contributi, utilizzate in occasione della dichiarazione dello stato di emergenza. Per costruire però un processo più completo, è stato ipotizzato che lo strumento potesse essere utilizzato dalle Regioni per ricevere segnalazioni da parte dei Comuni anche al di fuori della raccolta dati connessa con eventi per i quali è stata richiesta/concessa la dichiarazione dello stato di emer-

genza. L'applicazione, dedicata al censimento dei fabbisogni pubblici e privati conseguenti ai fenomeni parossistici (allagamenti, frane, incendi, etc), propone le funzionalità necessarie per l'evoluzione di tre entità principali denominate "Eventi", "Fenomeni" e "Fabbisogni" che, consentono di caratterizzare, a livello regionale, le necessità associate a ciascun Evento attraverso la strutturazione dei dati raccolti a livello comunale. Ogni "Evento" è caratterizzato dall'avere un'unica "Origine" (ad es., fluviale, pluviale, marina) e può raggruppare più di un Fenomeno. Ai "Fenomeni", che sono caratterizzati da un'unica "caratteristica" (ad es., flash flood, colata detritica, piena da fusione nivale) causata da più di un "Meccanismo" (ad es., superamento della capacità di contenimento in alveo, superamento della capacità di contenimento delle opere di difesa), si associano poi i rispettivi "Danni".

L'applicativo web, a livello di mock-up, messo a disposizione all'interno del progetto, ha lo scopo di aiutare la Regione a strutturare logicamente il processo di raccolta e organizzazione delle informazioni, nonché come base per l'eventuale sviluppo di un applicativo da integrare all'interno dei propri sistemi informativi. L'applicativo prevede tre tipologie di utenti: le Regioni, i Comuni e d l'utente privato secondo ruoli ben definiti (Figura 3.1.3).

Gli Enti locali possono creare nuovi "Fenomeni" che a Livello regionale possono essere raggruppati nell'ambito di uno stesso "Evento" (spesso sovracomunale); sempre a livello di Enti locali, ai fenomeni possono essere associati nella fase post evento i "Danni".

Gli Utenti Privati possono creare nuove "Schede di ricognizione dei fabbisogni" che poi saranno collegate al fenomeno che ha causato il danno dall'Utente Locale.

### **3.1.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali**

I metodi e gli strumenti realizzati per il Catalogo eventi trovano un esplicito riferimento circa il loro utilizzo in atti dirigenziali e note delle Regioni Calabria, Campania, Puglia e Sicilia e citati quali prodotti da utilizzare nel Piano di gestione del Rischio di Alluvioni adottato dalla Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia con Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 22 dicembre 2021 (vedi Allegato 1).

## **3.2. MAPPE DI SUSCETTIBILITÀ DA ALLUVIONE**

### **3.2.1 - Analisi possibili nelle aree non perimetrate nei PAI/PGRA come a pericolosità da alluvione**

L'individuazione della pericolosità del territorio e la definizione dei relativi scenari sono attività fondamentali per promuovere azioni e misure per migliorare la gestione dei rischi e conseguentemente la resilienza alle catastrofi. Per quanto riguarda il rischio di alluvione, le aree a pericolosità da alluvione sono state identificate e perimetrate dalle Autorità di bacino distrettuale per tutto il territorio italiano nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della L. n. 183/1989, del D.L. n. 180/1998 e s.m.i. e del D.Lgs. n. 152/2006, e nei Piani di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA), redatti ai sensi della Direttiva 2007/60/CE, attuata in Italia con il D.Lgs. n. 49/2010. Il mosaico nazionale delle carte di pericolosità da alluvione è redatto a cura di ISPRA.

Tali strumenti di pianificazione di bacino forniscono indicazioni che, per quanto necessarie, non risultano completamente esaustive per una completa ed efficace azione di protezione civile, in quanto, in genere, non includono: (i) fenomeni di alluvione diversi dall'inondazione diretta per insufficiente capacità di

deflusso di un corso d'acqua, quali ad esempio, i casi di ristagno per inadeguato drenaggio, malfunzionamento o collasso di opere idrauliche; (ii) esondazione di corsi d'acqua minori, nei casi in cui la valutazione della pericolosità non è stata estesa a tutto il reticolo minore e (iii) situazioni localizzate di criticità. Inoltre, le aree di pericolosità sono state perimetrate con frequenza di accadimento più che decennali, in genere riferite ad eventi con tempi di ritorno maggiori di 30 anni, mentre l'evento può manifestarsi secondo una gradualità di scenari corrispondenti a livelli di criticità crescente, ai quali devono corrispondere adeguate azioni di protezione civile.

Le carte di pericolosità offerte dai PAI/PGRA costituiscono un elemento conoscitivo di grande utilità per indirizzare l'analisi di eventi particolarmente significativi, tuttavia, tenuto conto delle considerazioni sopra riportate, per l'utilizzo nelle misure di prevenzione non strutturale di protezione civile vanno integrate con ulteriori analisi.

Pertanto, nell'ambito delle attività di potenziamento dei sistemi di previsione e di allertamento, ci si è posti l'obiettivo di definire strumenti di valutazione e perimetrazione della pericolosità dei fenomeni alluvionali che non sono ricompresi nelle perimetrazioni dei PAI e dei PGRA delle cinque Regioni interessate ma che, in base alle notizie storiche sugli eventi calamitosi del passato, hanno creato danni in particolare alle persone.

Lo strumento che si è scelto è l'analisi di suscettività da alluvione, che è stata condotta dalla Fondazione Politecnico di Milano, che porta alla individuazione delle aree che risultano maggiormente propense ad essere interessate da fenomeni alluvionali.

Per le considerazioni sopra riportate, tale attività è strettamente collegata alle altre attività che riguardano "Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: analisi dei piani di emergenza con specifico riferimento al rischio idrogeologico e idraulico" (A31).



### 3.2.2 - Attività svolte

L'analisi di suscettività da alluvione è stata svolta all'interno dell'azione 2.1 "Potenziamento dei sistemi di previsione e di allertamento: mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati nei PAI e/o PGRA". Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A2.1, relative alle alluvioni, sono state svolte dalla Fondazione Politecnico di Milano.

Le attività metodologiche relative all'analisi di suscettività da alluvione si basano sulla interpretazione di fattori predisponenti di ordine prevalentemente geomorfologico, integrata con modelli interpretativi addestrati sulla base di osservazioni relative alle aree e punti interessati da eventi alluvionali.

Nelle Linee guida sono descritte le analisi di suscettività che sono state svolte con metodi diversi a seconda se la fascia di territorio investigata era quella compresa entro 350 m s.l.m. o quella oltre i 350 m s.l.m. (per i dettagli si rimanda al report A21-LG1-DEF).

L'attività svolta in affiancamento delle Regioni (B31) ha riguardato la ricerca degli eventi alluvionali passati e il confronto fra suscettività e le aree a pericolosità idraulica perimetrate dal PGRA/PAI e i punti critici eventualmente presenti nei Piani di Protezione Civile di alcuni Comuni campione.

### 3.2.3 - Prodotti realizzati

#### 3.2.3.1 - Analisi di suscettività da alluvione per i territori posti fino a 350 m s.l.m.

Per procedere all'analisi di suscettività da alluvione è stato scelto di individuare, sulla base di aspetti essenzialmente morfologici e di caratteristiche di uso del suolo, le aree territoriali più propense all'alluvionamento attraverso procedure automatiche di individuazione delle forme del territorio a partire dal modello digitale del terreno, un approccio, che come riportato in letteratura, mostra in genere una buona efficacia.

Il modello impiegato per l'analisi di suscettibi-

lità utilizza il metodo geostatistico *weight of evidence* (WoE) e i seguenti dati:

- il modello digitale del terreno, per il quale si è provveduto a raccogliere i modelli disponibili presso le cinque Regioni, a correggere le anomalie e a svilupparne uno apposito a servizio dell'analisi di suscettività. Il passo è stato fissato in quello massimo tra le diverse fonti di informazione e dunque in 5 metri (Figura 3.2.1);
- il reticolo di drenaggio come emerge dai database topografici delle diverse carte tecniche regionali (Figura 3.2.2);
- il mosaico litologico derivato dalle carte geologiche in scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia;
- l'uso del suolo ricavato dal progetto Corine Land cover 20121 a livello 3, anch'esso restituito alla scala 1:100.000.

Sulla base delle due ultime informazioni, è stata derivata in via automatica per il territorio delle cinque Regioni una carta del parametro CN (Curve Number), così come definito nel metodo sviluppato dal Soil Conservation Service americano.

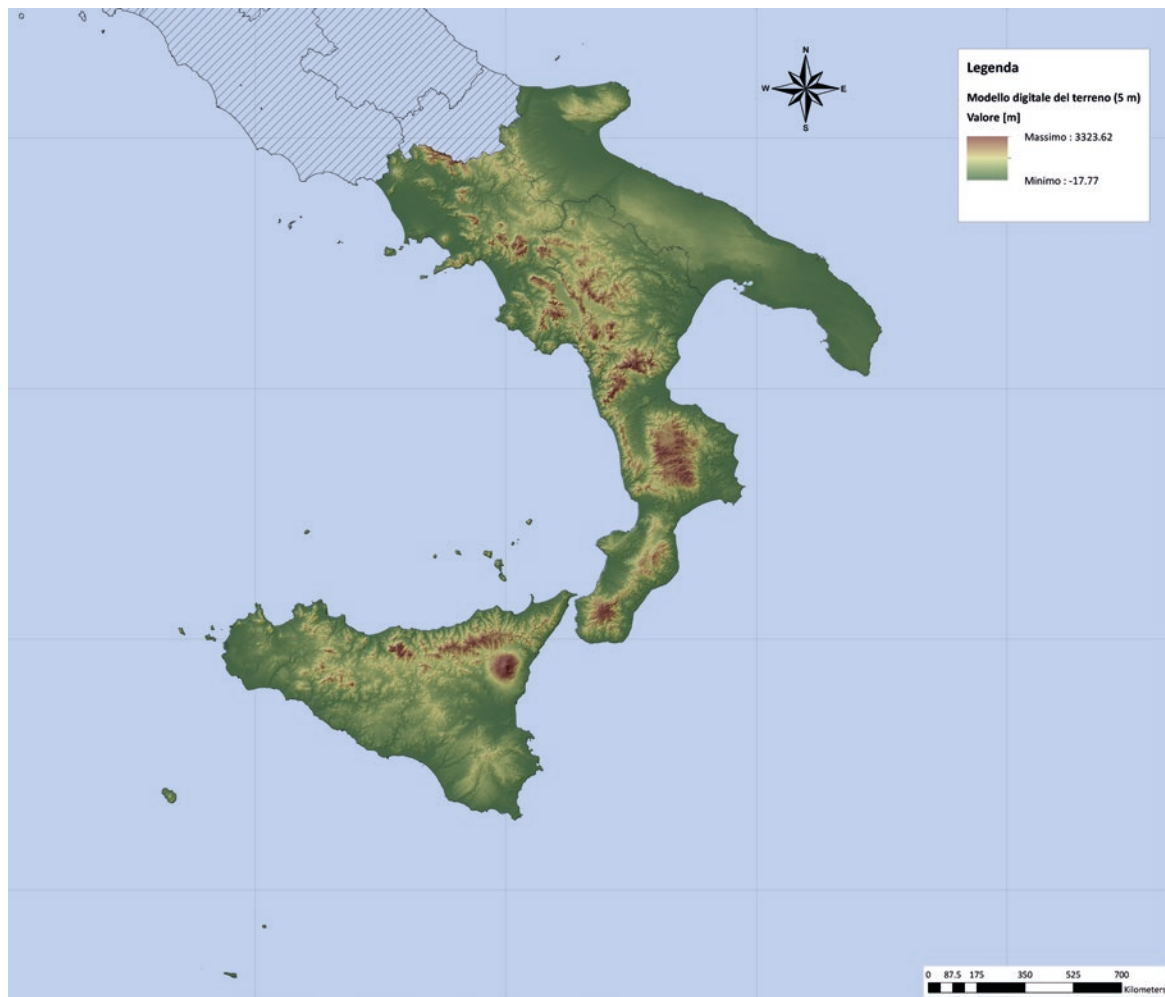
Ai fini dell'addestramento del modello è stato quindi svolto il recupero dell'informazione di eventi storici sia per quanto riguarda i dati areali che per quelli puntuali.

Per quanto concerne lo strato informativo delle aree il materiale reperito è stato ricondotto alle seguenti fattispecie:

1. aree alluvionate fornite dalla Autorità di bacino distrettuale attraverso le diverse Unit of Management regionali;
2. aree fornite da Comuni a seguito della notizia di eventi significativi, successivamente elaborate dal gruppo di ricerca;
3. aree provenienti da immagini satellitari di vario genere (Copernicus EMS, Agenzia Spaziale Italiana), attraverso download o indirettamente attraverso gruppi di ricerca operanti nel settore (Dipartimento della Protezione Civile, Università della Basilicata);
4. aree direttamente prodotte dal gruppo di lavoro della Fondazione Politecnico di Mi-

> **Figura 3.2.1**

Il modello digitale del terreno a servizio del progetto PON Idro (Fonte: POLIMI).



lano, ricostruite mediante la ricerca e poi l'analisi dettagliata di fonti di cronaca, materiale fotografico e video, documentazione nei Piani di Protezione Civile comunale.

Per quanto riguarda lo strato informativo dei punti invece, il materiale fa riferimento a:

1. punti critici frequentemente alluvionati, localizzati direttamente dall'Autorità di bacino o segnalati da Comuni, privati, Prefetture, Protezione Civile e fonti di cronaca;
2. punti provenienti dalla georeferenziazione delle ricognizioni di cui alle schede di tipo "A", "B" e "C" di cui alle Ordinanze del Capo del Dipartimento della Protezione Civile a seguito della dichiarazione dello stato di emergenza.

Dall'analisi dei dati storici per fasce altimetriche è risultato che il 95,0 % del dato storicamente osservato è compreso nella fascia tra 0 e 350 metri sul livello del mare. Allo stesso modo, quasi il 90% delle formazioni riconducibili ai depositi alluvionali, ricadono nella medesima fascia. Altresì oltre il 90% delle aree storicamente inondate è riportata al di sotto della stessa soglia. Per queste ragioni si è optato per individuare, nella fascia altimetrica compresa tra 0 e 350 m s.l.m., un'unica

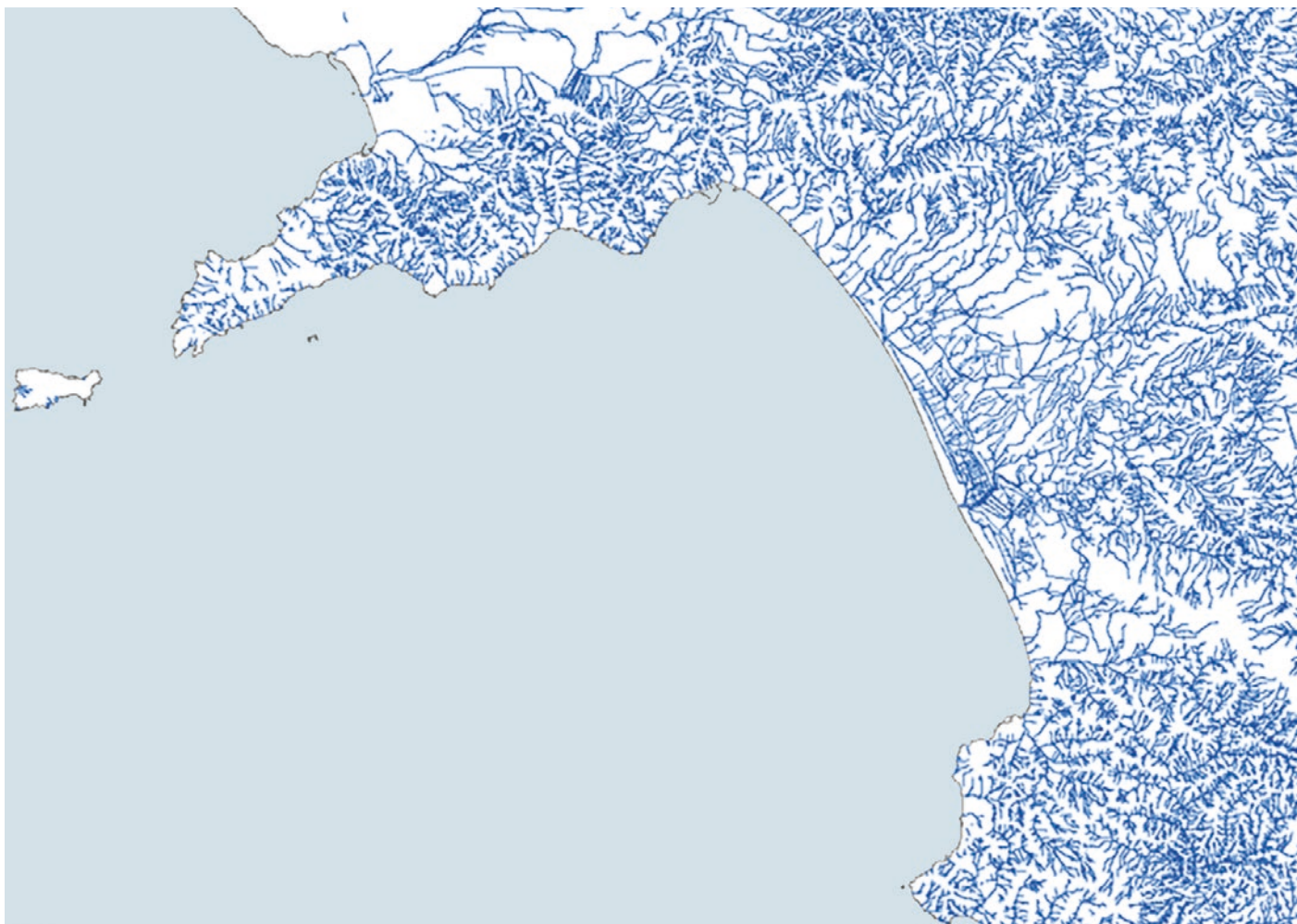
unità territoriale omogenea nella quale addestrare il modello di suscettibilità, validarlo e applicarlo.

L'applicazione del metodo WoE presuppone che vengano definiti una serie di fattori predisponenti che sono stati individuati in due parametri di prossimità, in forma di distanza orizzontale e verticale dal reticolo di drenaggio, nella pendenza, come parametro di morfologia locale, e nell'indice CN, per dar conto del comportamento idraulico locale del territorio. Di conseguenza il modello individua nelle basse pendenze, nelle quote relative ristrette e nelle brevi distanze dai corsi d'acqua le condizioni più favorevoli per lo sviluppo delle alluvioni.

Come risultato delle analisi condotte è stato calcolato un indice di suscettibilità suddiviso in quattro classi: trascurabile, bassa, media ed alta (Figura 3.2.3). Ulteriori approfondimenti sono riportati nel documento A21\_T15 - "Relazione accompagnatoria della mappa di suscettività da alluvione".

La Fondazione Politecnico di Milano ha inoltre consegnato i dati utilizzati per l'analisi, quali il DEM e il database degli strati informativi:

- A21\_T11 - "Griglie per l'analisi delle aree (manuale d'uso e dati)";



> **Figura 3.2.2**  
Esempio del reticolo di drenaggio nell'area della costiera amalfitana (Fonte: POLIMI).

- A21\_TI2 DEM - "Regioni (report e dati)";
- A21\_TI3 - "Mosaico DEM (report)";
- A21\_TI4 - "Geodatabase - Database contenente gli strati informativi utilizzati per la produzione della mappatura di suscettività da alluvione".

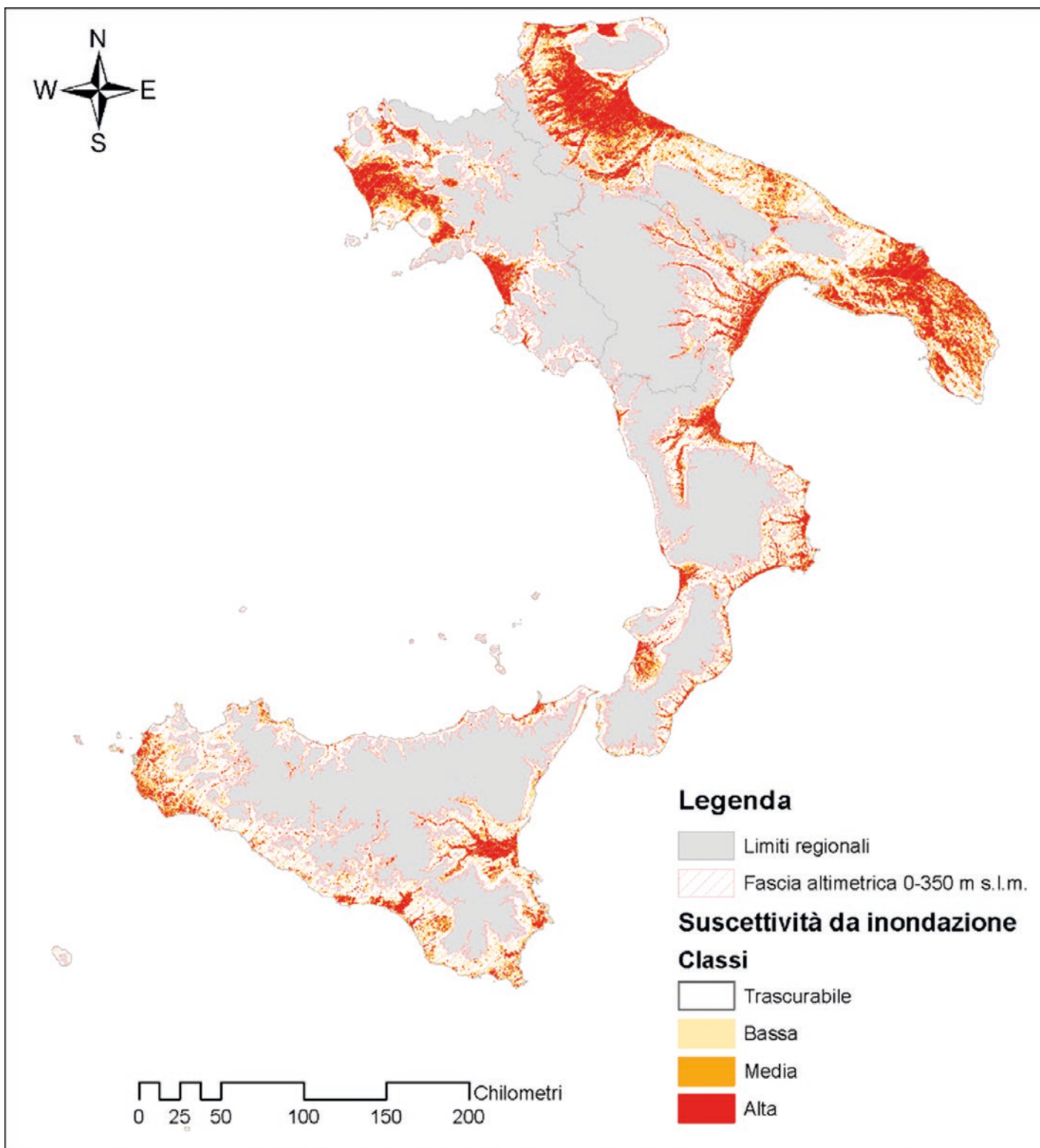
### 3.2.3.2 - Analisi di suscettività da alluvione per i territori posti oltre 350 m s.l.m.

Per la costruzione della mappa sopra la fascia dei 350 m s.l.m. si è deciso di utilizzare il metodo dell'indice geomorfologico delle alluvioni (GFI), calcolato grazie a un modello digitale del terreno. Confrontando i valori degli indici ottenuti con tale metodo con le aree storicamente inondate, si è visto che la porzione di bacino esposta ad inondazioni è caratterizzata da valori degli indici maggiori di una determinata soglia. La scelta di utilizzare il metodo GFI è scaturita dal fatto che nelle aree sopra l'altitudine di 350 m non sono disponibili studi di dettaglio, come peraltro accade in buona parte del territorio nazionale, ed inoltre non si dispone di un dataset corposo di inondazioni storiche tali da poter applicare la metodologia descritta in precedenza applicata alla sola fascia altimetrica 0-350 m s.l.m. Il metodo è stato inizialmente sperimenta-

to su un caso di studio, ovvero, il Comune di Potenza, capoluogo della Regione Basilicata (per maggiori dettagli si rimanda al rapporto tecnico B23BAS\_RT1).

Successivamente a partire dai risultati conseguiti sul caso di studio di Potenza, si è estesa la metodologia all'intera area del progetto posta al di sopra del limite dei 350 m s.l.m (Figura 3.2.4).

Tale scelta è stata motivata da ragioni di omogeneità che dall'inizio del progetto hanno costituito il cardine imprescindibile della analisi di suscettività e da ragioni di ordine pratico collegate alla necessità di avere a disposizione tutti i dati sulle alluvioni storicamente osservate nella fascia di territorio posta al di sopra dei 350 metri di altitudine (che sono il 5 % dell'intero repertorio di informazioni disponibile) per poter definire una suddivisione in classi di suscettività dell'indice GFI e validare il risultato di tale classificazione attraverso il dataset disponibile. Costruendo il GFI con un'unica calibrazione parametrica si è giunti ad una classificazione del territorio in forma di indice, con valori direttamente proporzionali all'aumento della propensione all'alluvionamento. Anche in



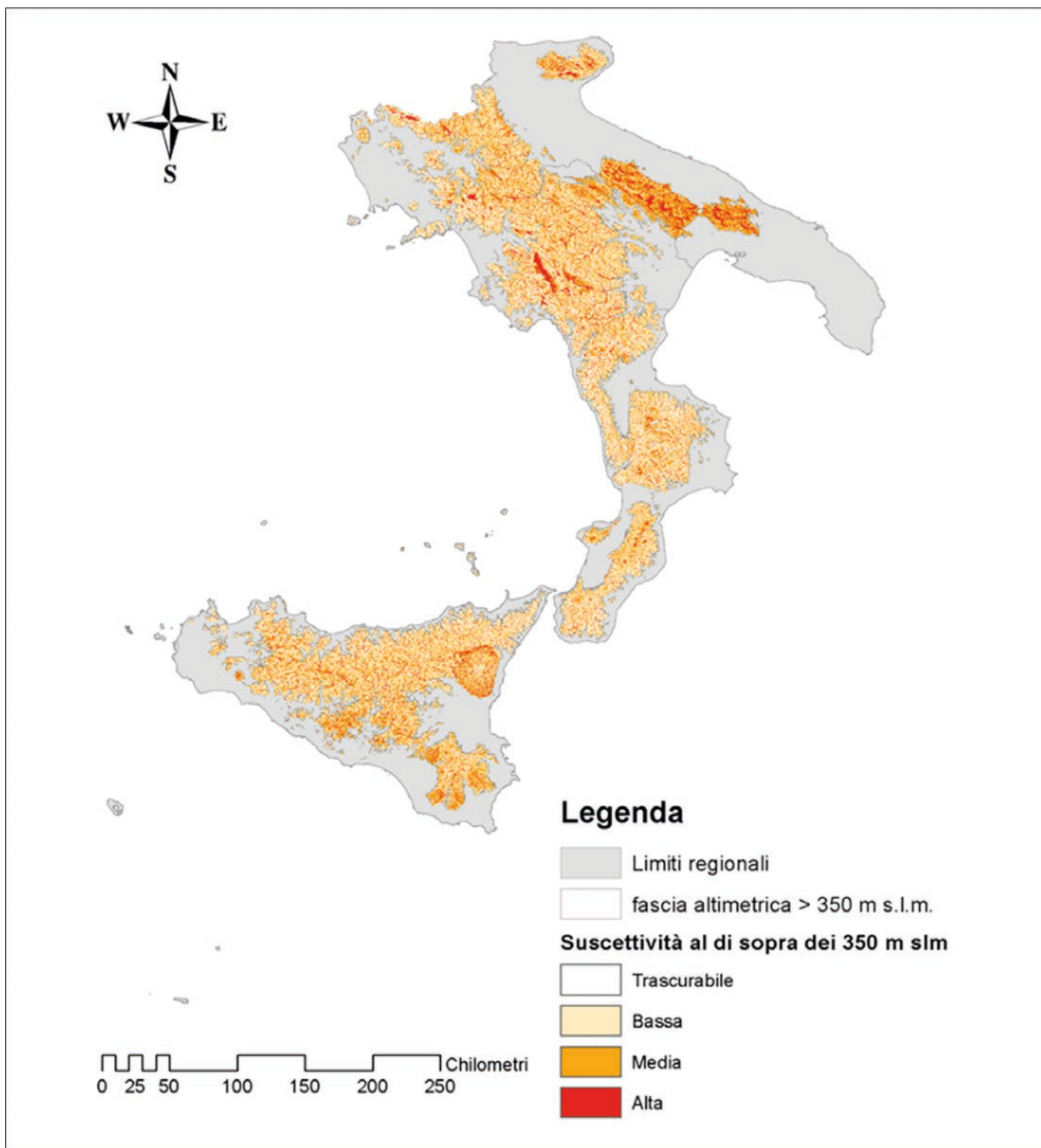
> **Figura 3.2.3**  
Distribuzione delle classi di suscettività lungo la fascia altimetrica 0-350 m s.l.m. (Fonte: POLIMI)

questo caso per una migliore lettura dell'informazione, l'indice di suscettività ricavato è stato suddiviso in quattro classi, definite sulla base del campione di calibrazione. Questo per poter avere lo stesso tipo di classificazione per l'intera area di progetto.

### 3.2.3.3 - Prodotti attività di affiancamento alle Regioni

Nell'ambito delle attività B di affiancamento sono stati prodotti per le Regioni Calabria e Puglia,

documenti tecnici (B31\_BASILICATA, B31\_CALABRIA; B31\_CAMPANIA; B31\_PUGLIA; B31\_SICILIA) in cui vengono sintetizzate le attività svolte presso ciascuna Regione: ricerca dati di eventi alluvionali passati e perimetrazione aree inondate; individuazione e analisi delle aree a pericolosità PAI e PGRA presenti sul territorio comunale e delle aree non mappate da PAI e PGRA; applicazione della mappa di suscettività e confronto dei valori di suscettività con le aree a pericolosità PAI/PGRA e le informazioni raccolte nella fase di ricerca preliminare, finalizzata a testare le pre-



> **Figura 3.2.4**  
Distribuzione delle classi di suscettività per il territorio posto sopra 350 m s.l.m. (Fonte: POLIMI)

stazioni del prodotto elaborato.

Le attività svolte a livello comunale sono state effettuate sui seguenti Comuni campione:

**Regione Basilicata** (report B31\_BASILICATA):

1. Comune di Bernalda in provincia di Matera;
2. Comune di Potenza in provincia di Potenza.

**Regione Calabria** (report B31\_CALABRIA):

1. Comune di Corigliano-Rossano in provincia di Cosenza;
2. Comune di Monasterace in provincia di Reggio Calabria.

**Regione Campania** (report B31\_CAMPANIA):

1. Comune di Benevento;
2. Comune di Castel-

ammare di Stabia, in provincia di Napoli.

**Regione Puglia** (report B31\_PUGLIA):

1. Comune di Peschici in provincia di Foggia;
2. Comune di Scorrano in provincia di Lecce;

**Regione Siciliana** (report B31\_SICILIA):

1. Comune di Lentini in provincia di Siracusa;
2. Comune di Messina, nell'omonima Provincia.

### 3.2.3.4 - Aree a suscettività medio-alta

I risultati indicano che le aree a suscettività medio-alta nelle cinque Regioni di progetto coprono:

- una superficie di 13.255 degli 43.952 km<sup>2</sup> dell'area compresa nella fascia altimetrica fino a 350 metri, che corrisponde a circa il 30% del territorio in questione. In tale fascia il 77% del data set delle zone storicamente inondate utilizzato per la validazione del modello ricade nelle aree a maggiore suscettibilità;
- una superficie di 6.829 dei 39.762 km<sup>2</sup> dell'area posta al di sopra della fascia altimetrica da 0 a 350 metri, che corrisponde a circa il 17 % del territorio in questione. In tale fascia l'82% del data set delle zone storicamente inondate utilizzato per la validazione del modello ricade nelle aree a maggiore suscettibilità.

Per quanto riguarda l'analisi effettuata nei Comuni campioni, in genere, l'informazione prodotta dalle perimetrazioni a pericolosità del PAI/PGRA viene confermata dal modello di suscettività da alluvione e può verificarsi la seguente casistica:

- ove la suscettività risulti inferiore al corrispondente livello di pericolosità secondo la fonte PAI/PGRA, per il principio di precauzione, il valore della classe di suscettività non aggiunge nessuna ulteriore indicazione a quanto già definito dalla carta di pericolosità;
- ove la suscettività risulti superiore al corrispondente livello di pericolosità secondo la fonte PAI/PGRA, per il principio di precauzione, sarebbe opportuno operare un'analisi di dettaglio;
- ove si riscontrino la presenza di aree storicamente inondate e/o inondabili derivanti da altri Piani o Studi idraulici, non perimetrati dal PAI/PGRA e a suscettività bassa o trascurabile, anche in questo caso secondo il principio di precauzione dovrebbe essere condotta un'analisi di dettaglio.

Per quanto riguarda il confronto con i punti critici eventualmente presenti nei Piani di Protezione Civile comunali, risulta, in genere, una coerenza tra la suscettività da alluvione effettuata e quanto già rilevato sul territorio come sito da attenzionare.

Lo strumento dell'analisi di suscettività da al-

luvione sembra quindi prestarsi bene per una prima speditiva valutazione sulla natura più o meno pericolosa dal punto di vista idraulico delle aree non ancora completamente classificate.

### 3.2.3.5 - Linee guida per l'integrazione dei Piani di Protezione Civile

Le mappe di suscettività costituiscono, tra gli altri, uno degli elementi informativi utili alla costruzione degli scenari di rischio da alluvione al fine di redigere, rivedere o aggiornare il Piano di Protezione Civile comunale ex art. 18 del D.Lgs. n. 1/2018 "Codice della Protezione Civile".

Pertanto, nel documento A21\_LG1\_DEF - "Linee guida per la mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di Protezione Civile" una parte è dedicata alle Linee guida per l'utilizzo delle mappe di suscettività nei Piani di Protezione Civile.

È stato dapprima effettuata un'analisi delle Linee guida per la pianificazione di Protezione Civile di ciascuna Regione e, alla luce di quanto indicato in tali documenti, è stata proposta una procedura da utilizzare in fase di pianificazione per la definizione degli scenari di rischio idraulico che, da un lato uniforma gli indirizzi regionali prendendo come riferimento il più ampio spettro di fonti per l'analisi, dall'altro introduce e spiega le modalità d'uso della mappa di suscettività fornita.

A corredo della mappa di suscettività e per favorire ulteriormente il pianificatore nel suo utilizzo è stato elaborato un tool informatico, con allegato manuale d'uso (prodotto A21\_T11), che consente di effettuare in modo speditivo parte dei calcoli e delle elaborazioni.

### 3.2.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

I metodi e gli strumenti per la realizzazione di mappe della suscettibilità da alluvione e per

il loro impiego per finalità di protezione civile trovano esplicito riferimento circa il loro recepimento da parte delle amministrazioni regionali in una Delibera di Giunta Regionale della Regione Puglia e in due atti dirigenziali di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON delle Regioni Campania e Sicilia (vedi Allegato 1).

### **3.3 - MAPPE DI SUSCETTIBILITÀ DA FRANA**

#### **3.3.1 - Analisi possibili nelle aree non perimetrate nei PAI come a pericolosità da frana**

L'individuazione dei rischi presenti sul territorio e la definizione dei relativi scenari è una attività fondamentale per promuovere azioni e misure per migliorare la gestione dei rischi e conseguentemente la resilienza alle catastrofi.

Per quanto riguarda il rischio di frana, le aree a pericolosità da frana sono state identificate e perimetrate dalle Autorità di bacino distrettuale per tutto il territorio italiano nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della L. n. 183/1989, del D.L. n. 180/1998 e s.m.i. e del D.Lgs. n. 152/2006. Il mosaico nazionale delle carte di pericolosità da frana è stato redatto nel 2018 a cura di ISPRA.

Tali strumenti di pianificazione di bacino forniscono indicazioni che, per quanto necessarie, non risultano completamente esauritive per una completa ed efficace azione di protezione civile, in quanto, in genere, non coprono tutto il territorio regionale in modo omogeneo.

Le zonazioni della pericolosità da frana sono più complesse di quelle relative alla semplice zonazione della suscettibilità. La stima della pericolosità prevede infatti che, oltre alla probabilità geografica (spaziale) delle frane (la suscettibilità), vengano definite anche la probabilità temporale e la probabilità dimensionale delle frane. La probabilità temporale e la probabilità dimensionale sono più difficili - ed incerte - da definire della suscettibilità.

Le mappe di suscettibilità da frana, quindi, essendo propedeutiche alla zonazione della pericolosità e del rischio da frana, possono essere strumenti utili per migliorare la qualità della perimetrazione e di conseguenza per migliorare la pianificazione territoriale e di protezione civile. Tali mappe possono essere di supporto anche per la realizzazione di sistemi di allertamento.

Nell'ambito del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", ai fini del miglioramento della pianificazione di protezione civile comunale e intercomunale, ci si è posti l'obiettivo di definire strumenti di valutazione e perimetrazione della pericolosità dei fenomeni franosi che non sono ricompresi nelle perimetrazioni dei PAI delle cinque Regioni interessate. Lo strumento che si è scelto sono le mappe di suscettività da frana.

#### **3.3.2 - Attività svolte**

L'analisi di suscettività da frana è stata svolta all'interno dell'azione 2.1 "Potenziamento dei sistemi di previsione e di allertamento: mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati nei PAI e/o PGRA".

Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A2.1 relative alle frane sono state svolte dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR.

La grande variabilità dei fenomeni franosi rende difficile stabilire una unica metodologia per la definizione della suscettibilità da frana. Nella pratica, si utilizzano approcci differenti per prevedere il comportamento di una singola frana in un'area ristretta, o di una popolazione di frane in un territorio ampio e diversificato. Di norma i fenomeni franosi singoli sono studiati con tecniche proprie della geologia applicata e della geotecnica, mentre lo studio di popolazioni di frane (da alcune decine a diverse migliaia di frane), avviene utilizzando metodi, tecniche e strumenti propri della geomorfologia. Anche la scala di indagine (locale vs regionale) indirizza gli strumenti e i metodi di indagine da

utilizzare per l'analisi della propensione di un territorio alla franosità.

In via preliminare è stata definita una terminologia ben precisa da porre alla base della definizione e della descrizione delle analisi di suscettività da condurre:

- **Suscettibilità da frana.** È una misura della propensione che un territorio ha di produrre dissesti. È la probabilità spaziale (geografica) dei movimenti franosi. La suscettibilità dipende dalle caratteristiche fisiografiche e climatiche di un territorio, e può essere influenzata dall'azione dell'uomo. La suscettibilità non tiene conto della frequenza e della dimensione (o magnitudo) delle frane.
- **Pericolosità da frana.** È la probabilità che un dissesto di dimensioni (magnitudo) date si verifichi in un'area ed in un tempo predefiniti. La stima della pericolosità richiede la valutazione di tre probabilità distinte (ed indipendenti): la probabilità temporale, la probabilità dimensionale, la probabilità geografica delle frane (la suscettibilità).
- **Unità cartografica di riferimento (UCR).** È l'area geografica minima utilizzata per la mappatura delle suscettibilità e della pericolosità da frana. È caratterizzata da un insieme di caratteri (fisici, ambientali, amministrativi) che differiscono in modo significativo da quelli delle unità adiacenti, attraverso limiti definiti, oggettivi ed identificabili. Le UCR possono essere definite (e delimitate) sulla base di criteri geomorfologici, idrologici, topografici od amministrativi.

Come attività iniziale è stata effettuata una ricognizione sui metodi più comunemente utilizzati per la valutazione della suscettibilità da frana e per la produzione di carte di suscettibilità. Tali metodi possono essere raggruppati in:

- **Metodi diretti, o geomorfologici.** Si basano sulla mappatura diretta (euristica) del territorio in settori a diverso grado di suscettibilità. Sono largamente soggettivi e difficilmente riproducibili.

- **Metodi euristici, o ad indici.** Si basano su di una combinazione empirica e qualitativa di fattori ritenuti importanti per spiegare la distribuzione e l'abbondanza della franosità in un territorio. Presuppongono una conoscenza dettagliata delle relazioni fra la franosità e l'assetto territoriale, e possono essere implementati in un GIS. Sono anch'essi – almeno in parte – soggettivi.
- **Metodi deterministici, o "fisicamente basati".** Si basano sull'applicazione di semplici modelli fisici per spiegare la distribuzione e l'evoluzione dei movimenti franosi. Necessitano, oltre che di una comprensione approfondita dei meccanismi che controllano la franosità (non sempre disponibile) di una grande mole di informazioni territoriali di dettaglio. Sono particolarmente adatti a studiare aree di limitata estensione o tipologie di frana particolari, come le cadute massi, od i soil slips.
- **Metodi statistici, o "funzionali".** Utilizzano tecniche di classificazione per suddividere il territorio in aree suscettibili ed aree non suscettibili a produrre dissesti. Sono metodi indiretti e quantitativi, la cui qualità (affidabilità) dipende in gran parte dalla qualità e rilevanza delle informazioni tematiche ed ambientali disponibili. I metodi statistici si sono rivelati adatti alla stima della vulnerabilità di diverse tipologie di frana, a diverse scale geografiche, ed in differenti ambienti fisiografici.

Si sono poi esaminate le principali unità cartografiche di riferimento e le caratteristiche delle variabili esplanatorie e di raggruppamento rilevanti per la stima della reale propensione al dissesto di un territorio. Sono state quindi esaminate e descritte alcune carte di suscettibilità realizzate per l'intero territorio nazionale. Sono state infine realizzate, utilizzando il metodo statistico, mappe di suscettibilità per cinque Contesti Territoriali pilota, uno per ognuna delle cinque Regioni oggetto del Programma PON.

Le procedure e le tecniche per la valutazione della pericolosità da frana in termini di evolu-



Regione	Contesto Territoriale pilota	Report
Calabria	Catanzaro	A21_LG1 - Volume 2
Puglia	Lucera	
Sicilia	San Fratello (ME)	
Basilicata	Rionero in Vulture (PZ)	A21_DT1
Campania	Vallata (AV)	

> **Tabella 3.3.1**  
Contesti Territoriali in cui è stata sperimentata la valutazione della suscettibilità da frana.

zione dei dissesti, realizzata attraverso l'individuazione di possibili scenari evolutivi dei movimenti franosi, sono trattate invece nel report A32\_LG3 - "Linee guida per la redazione di carte della suscettibilità a franare" redatto nell'ambito dell'attività A.3.2 - "Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio".

### 3.3.3 - Prodotti realizzati

#### 3.3.3.1 - Linee guida per la realizzazione di mappe di suscettibilità da frana

Le Linee guida per la realizzazione di mappe di suscettibilità da frana sono contenute nel volume 2 del rapporto A21\_LG1 - "Linee guida per la mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di Protezione Civile".

In tale volume vengono descritte tecniche e metodologie per la realizzazione di carte di suscettibilità da frana sinottiche e a scala di bacino. Vengono descritti in particolare: i) i metodi e i modelli principali per la zonazione della suscettibilità da frana con particolare riferimento all'importanza della validazione dei modelli; ii) alcuni esempi di cartografia delle frane realizzate per l'intero territorio italiano; iii) la metodologia della zonazione della su-

suscettibilità da frana e la sua applicazione per tre Contesti Territoriali pilota.

#### 3.3.3.2 - Zonazione della suscettibilità da frana nei CT pilota

La valutazione della suscettibilità da frana è stata sperimentata in cinque Contesti Territoriali (CT) pilota, uno per ciascuna delle Regioni interessate dal Programma

La descrizione dell'analisi e delle mappe di suscettibilità per i cinque CT pilota sono riportate nel report A21\_LG1 - Volume 2 (CT di Catanzaro, Lucera e San Fratello) e nel report A21\_DT1 (CT di Rionero in Vulture e Vallata).

Per la realizzazione di mappe a scala di Contesto Territoriale (sovracomunale) è stato utilizzato un modello tipo quantitativo che utilizza un approccio metodologico di tipo statistico. Lo schema concettuale del modello e delle varie fasi seguite nella stima della suscettibilità da frana sono riportati in Figura 3.3.1.

Nella Figura 3.3.2 si riporta a titolo di esempio la mappa elaborata per il CT di Catanzaro, rimandando ai report A21\_LG1 - Volume 2 e A21\_DT1 per la visione delle mappe prodotte per gli altri CT pilota.

#### 3.3.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

I metodi e gli strumenti realizzati per la Mappatura della suscettibilità da frana trovano un esplicito

## I. PREPARAZIONE DEI DATI DI INPUT

### SCELTA DELL'UNITÀ CARTOGRAFICA

DI TIPO PIXEL/CELLA

DI TIPO POLIGONALE

### SUDDIVISIONE DATASET

- SPAZIALE
- TEMPORALE
- RANDOM

SET DI TRAINING

SET DI VALIDAZIONE

## II. MODELLI SINGOLI DI STIMA DELLA SUSCETTIBILITÀ (Singole mappe di suscettibilità)

ANALISI  
DISCRIMINANTE  
LINEARE

ANALISI  
DISCRIMINANTE  
QUADRATICA

REGRESSIONE  
LOGISTICA

RETE  
NEURALE

## III. MODELLO COMBINATO BASATO SU REGRESSIONE LOGISTICA (Mappa di suscettibilità combinata)

## IV. VALUTAZIONE DEGLI OUTPUT DEL MODELLO DI SUSCETTIBILITÀ

GRADO DI FITTING  
DEL MODELLO

PERFORMANCE DEL  
MODELLO (VALIDAZIONE)

- Tabelle di contingenza
- Grafici di contingenza (Fourfold)
- Mappe degli errori
- Curve ROC (ROC,  $AUC_{ROC}$ )
- Curve del tasso di successo e di predizione
- Grafici di valutazione (variazione dei valori di sensibilità, specificità, kappa di Cohen)

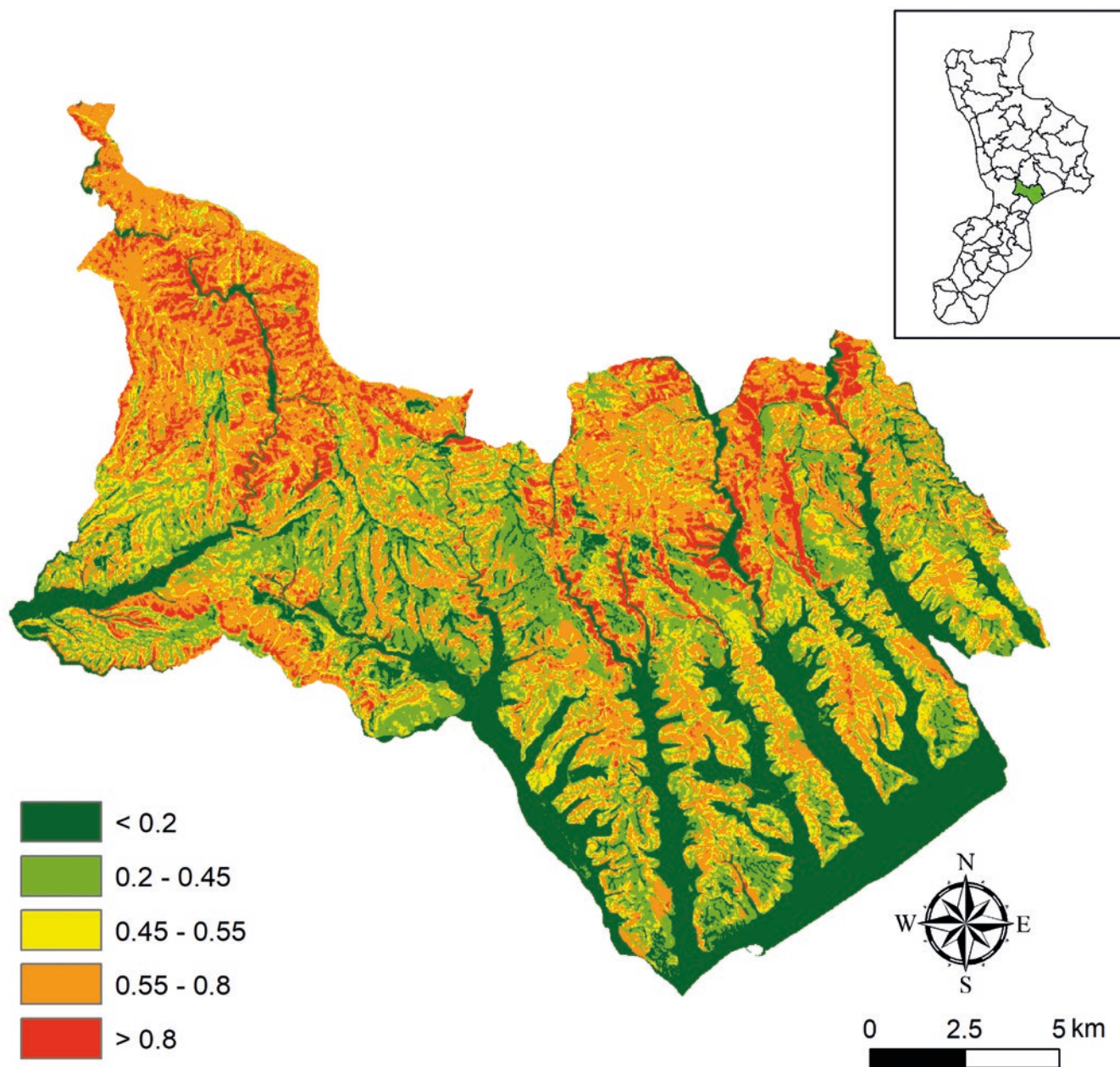
## V. VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA (Zonazioni della suscettibilità singole e combinate)

GRAFICI  
DELL'INCERTEZZA

MAPPE  
DELL'INCERTEZZA

Basata su tecniche di  
ricampionamento statistiche  
di tipo bootstrap

> **Figura 3.3.1**  
Schema logico del modello di suscettibilità da frana (Fonte: CNR-IRPI).



> **Figura 3.3.2**  
 Carta della suscettibilità da frana per il CT di Catanzaro, classificata in 5 classi (Fonte: CNR-IRPI).

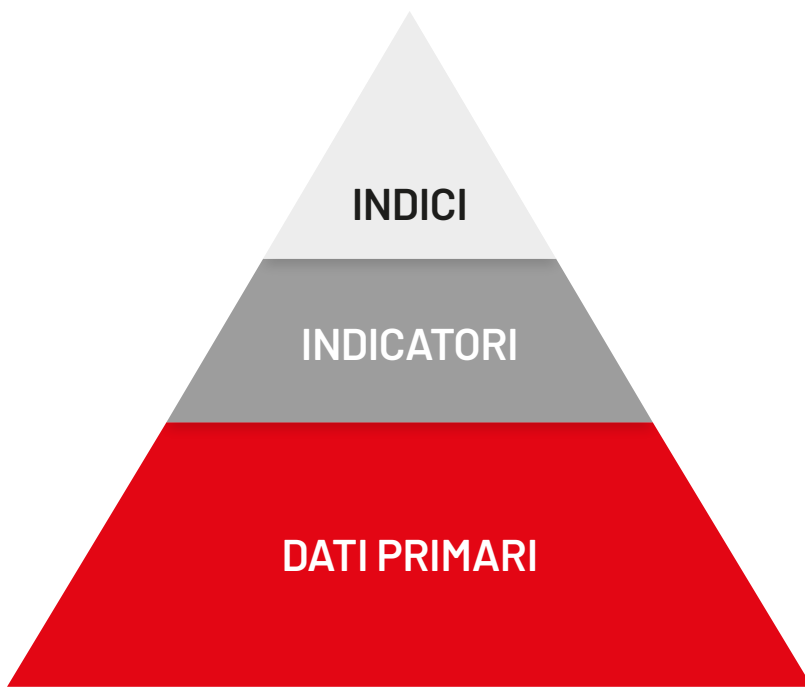
riferimento circa il loro utilizzo in atti dirigenziali delle Regioni Campania e Sicilia (vedi Allegato 1).

### 3.4 - INDICATORI E INDICI TERRITORIALI DI PERICOLOSITÀ

#### 3.4.1 - Definizione di indicatori e indici territoriali

Gli indicatori possono essere considerati parametri che descrivono lo stato di fatto di fenomeni e processi, rilevando e sintetizzando dati complessi in modo da facilitarne la comunicazione. Possono essere quindi utilizzati come strumenti a supporto delle decisioni e per il monitoraggio di progressi al fine del raggiungimento di obiettivi gestionali. L'utilizzo degli indicatori è ampiamente diffuso in alcuni settori ambientali, come ad esem-

pio per il monitoraggio della qualità dell'aria o per misurare le performances delle politiche ambientali adottate a varie scale nel contesto dello sviluppo sostenibile. Indicatori relativi a fattori di carattere geo-idrologico sono poco diffusi a livello nazionale o regionale ma sono oggetto di iniziative globali come *l'Intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction* (UN Secretary-General, 2016). A scala globale, gli indicatori possono essere utilizzati per confrontare le prestazioni delle singole nazioni nella valutazione e riduzione dei rischi naturali. Secondo il *Sendai Framework* (2015) i progressi globali nell'attuazione della riduzione del rischio e il relativo trend globale si possono sintetizzare attraverso 38 indicatori (<https://www.preventionweb.net/sendai-framework/sendai-framework-monitor/indicators>). L'elaborazione e/o la combinazione di più indi-



> **Figura 3.4.1**  
Piramide dell'informazione (Fonte CNR-IR-PI).

catori può dar luogo ad un indice. La reazione concettuale tra indicatori e indici può essere sintetizzata nella *piramide dell'informazione* proposta da Hammond e coautori nel 1995 (Figura 3.4.1). L'indice è posizionato nella parte apicale la cui base è costituita da dati primari, analizzati e restituiti in forma di indicatori, e concorrenti alla definizione dell'indice stesso.

### 3.4.2 - Attività svolte e prodotti realizzati

Nell'ambito del Progetto PON, sono stati elaborati indicatori e indici finalizzati alla caratterizzazione territoriale ed in particolare alla quantificazione delle condizioni di pericolosità idrogeologica e idraulica a livello di Contesti Territoriali (CT) per le Regioni Basilicata, Calabria, Campania e Puglia, laddove i CT sono stati adottati/preadottati (vedi Parte prima della presente pubblicazione) e di Centri Unificati Operativi per l'Emergenza (CUORE), individuati per la Regione Siciliana con D.G.R. n. 154 del 23 ottobre 2017.

La definizione di indicatori e indici di pericolosità è stata svolta all'interno dell'azione 1.1 "Dimensioni territoriali e indicatori finalizzati all'analisi dei rischi e delle condizioni di sicurezza ai fini di protezione civile." Nell'ambito del RTI-CIMA l'azione 1.1 è stata svolta dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR.

I prodotti realizzati sono:

- Linee guida: report A11\_LG1\_DEF - "Linee

guida relative alla caratterizzazione dei Contesti Territoriali".

- Documenti tecnici: A11\_DT4 - "Set di indicatori individuati comprendenti anche quelli costruiti ad hoc".
- Tool informatici: A11\_T1\_DEF - "Struttura dati contenente i dati relativi agli indicatori definiti per i Contesti Territoriali"; A11\_T2\_DEF - "Indicatori contenuti nel prodotto A11\_T11 riportati in formato di shape file".

### 3.4.3 - Indicatori territoriali di pericolosità

Per la definizione degli indicatori territoriali di pericolosità sono stati utilizzati dataset prodotti da enti ufficiali che operano a scala nazionale e forniscono la descrizione del metodo usato per raccogliere i dati e la relativa data di produzione. Nella Regione Siciliana, partendo da dati a scala regionale sono stati ottenuti indicatori che, pur fornendo informazioni relative alla Regione analizzata, si prestano a confronti con realtà territoriali in cui siano disponibili dati analoghi.

Nella Tabella 3.4.1 sono elencati i dataset utilizzati per l'elaborazione degli indicatori.

Per quanto riguarda i dati del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni), è stata utilizzata la mosaicatura nazionale ISPRA (Elaborazione v. 4.0 - Dicembre 2017) delle aree a pericolosità idraulica redatte dalle Autorità di bacino Distrettuali e, per i territori di rispettiva competenza, dalle Province Autonome di Trento e Bolzano sui 3 scenari definiti dal D.Lgs. n. 49/2010 (recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE)<sup>1</sup>.

Gli indicatori e indici sono stati classificati considerando quattro o cinque classi, a seconda della loro distribuzione. Le classi sono le seguenti: 0; bassa (L, low); media (M, medium); alta (H, high); molto alta (VH, very high); molto elevata (VVH, very very high). Non sempre l'ultima classe (VVH) è presente. Nella rappresentazione grafica delle classi, la parentesi tonda aperta si-

1. <https://idrogeo.isprambiente.it/app/page/open-data>.

Nome dataset	Fenomeno	Ente produttore	Scala
Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI)	Frane	ISPRA	Nazionale
Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)	Frane	ISPRA	Nazionale
Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	Alluvioni	ISPRA	Nazionale
Eventi di tipo C	Frane e alluvioni	DPC	Nazionale
ReNDiS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo) [1998-2020]	Frane	ISPRA	Nazionale
ReNDiS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo) [1998-2020]	Alluvioni	ISPRA	Nazionale
Catalogo degli eventi di frana con vittime [1989-2019]	Frane	CNR-IRPI	Nazionale
Catalogo degli eventi alluvionali con vittime [1989-2019]	Alluvioni	CNR-IRPI	Nazionale
Catalogo delle aree incendiate	Incendi	DPC	Nazionale
Geo-database dei movimenti franosi ( <i>nodi frana</i> )	Frane	CFDMI-sezione Idro Regione Siciliana	Regionale
Geo-database dei punti di possibile criticità idraulica ( <i>nodi idro</i> )	Alluvioni	CFDMI-sezione Idro Regione Siciliana	Regionale

> **Tabella 3.4.1**  
Dataset utilizzati per l'elaborazione degli indicatori di pericolosità.

gnifica "compreso" e la parentesi quadra chiusa "non compreso". Per esempio, la dicitura L (0 - 0.35] e M (0.35 - 2] significa: classe bassa da 0 (escluso) a 0.35 (incluso), classe media da 0.35 (incluso) a 2 (escluso).

Nella Tabella 3.4.2 sono elencati gli indicatori territoriali, utilizzati per realizzare la caratterizzazione dei CT/CUORE. Per la descrizione di dettaglio degli indicatori riportati in detta tabella si rimanda al report A11\_DT4 - "Set di indicatori individuati comprendenti anche quelli costruiti ad hoc".

Alcune delle mappature che è possibile realizzare con gli indicatori sono riportate nelle Figure da 3.4.2 a 3.4.12. Per le altre mappature realizzate si rimanda al report A11\_LG1\_DEF - "Linee guida relative alla caratterizzazione dei Contesti Territoriali".

### 3.4.4 - Indici territoriali di pericolosità

Secondo la piramide dell'informazione (vedi Figura 3.4.1) gli indicatori sono definiti attra-

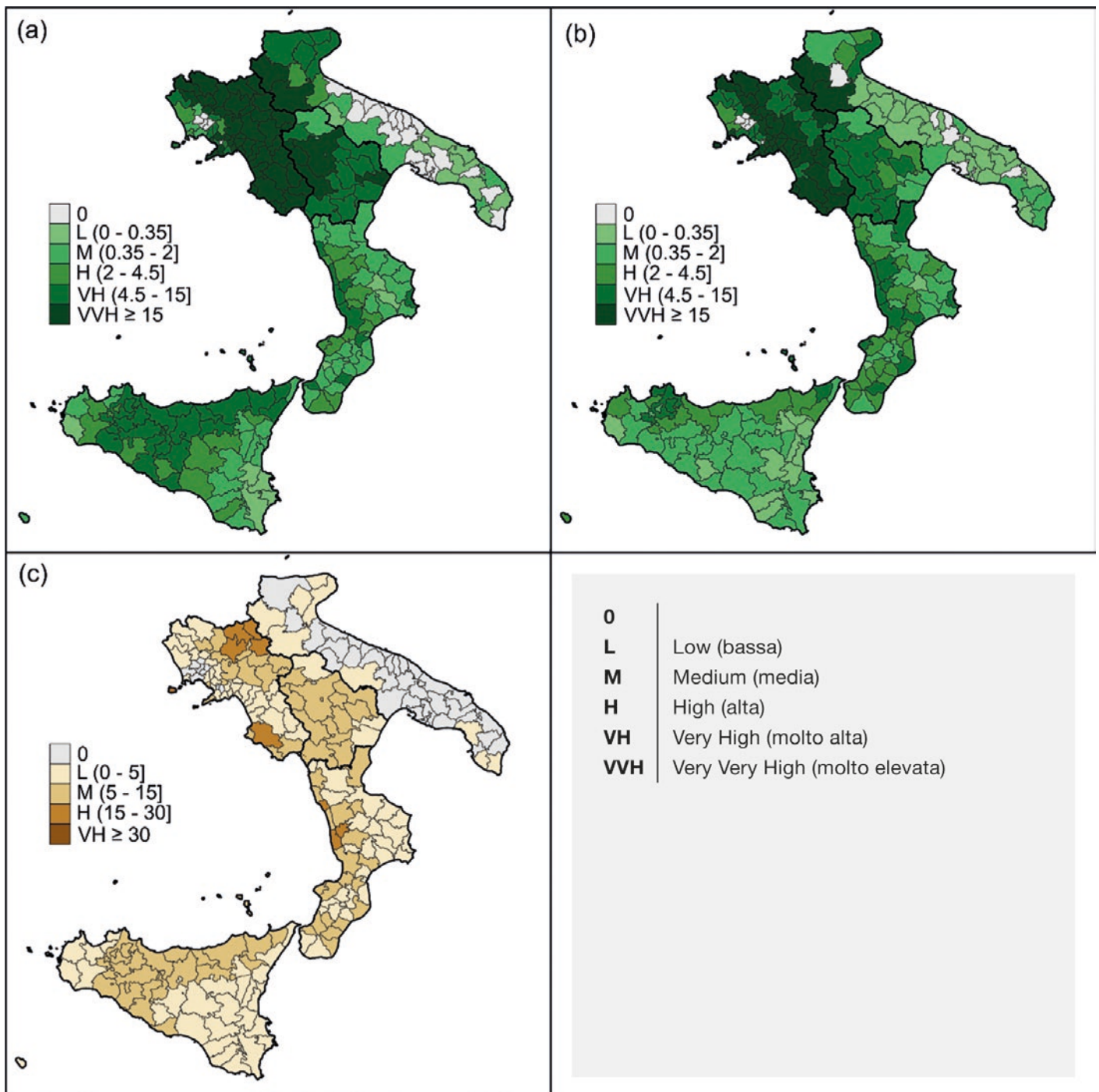
Acronimo	Descrizione	Unità di misura	Fenomeno	Figura
$i_{PAI\ geo-L}$	Percentuale delle aree a bassa pericolosità da frana (aree PAI: AA, P1 e P2)	[ % ]	Frane	3.4.2a
$i_{PAI\ geo-H}$	Percentuale delle aree ad alta pericolosità da frana (aree PAI: P3 e P4)	[ % ]	Frane	3.4.2b
$i_{IFFI}$	Percentuale delle aree in frana mappate da IFFI	[ % ]	Frane	3.4.2c
$i_{ReND\ geo}$	Numero di interventi per frane censiti in ReNDiS	DPC	Nazionale	3.4.4a
$i_{fatal\ geo}$	Numero di eventi franosi che hanno causato vittime	Frane	Nazionale	3.4.4b
$i_{nodi\ frana}$	Numero dei movimenti franosi (nodi di frana)	[ # ]	Frane	3.4.11
$i_{PGRA\ idro-L}$	Percentuale delle aree a bassa pericolosità da alluvione (aree PGRA: P1 e P2)	[ % ]	Alluvioni	3.4.5a
$i_{PGRA\ idro-H}$	Percentuale delle aree ad alta pericolosità da alluvione (aree PGRA: P3)	[ % ]	Alluvioni	3.4.5b
$i_{ReND\ idro}$	Numero di interventi per alluvioni censiti in ReNDiS	DPC	Nazionale	3.4.6a
$i_{fatal\ ido}$	Numero di eventi alluvionali che hanno causato vittime	Alluvioni	Regionale	3.4.6b
$i_{nodi\ idro}$	Numero dei punti di possibile criticità idraulica (nodi idro)	[ # ]	Alluvioni	3.4.10
$i_{eventi\ C}$	Numero di eventi C (eventi per i quali è stato dichiarato lo stato di emergenza)	[ # ]	Frane e Alluvioni	3.4.3
$i_{fire\ perc}$	Percentuale di aree incendiate	[ % ]	Incendi	3.4.12a
$i_{fire\ count}$	Numero di incendi	[ # ]	Incendi	3.4.12b

> **Tabella 3.4.2**  
Lista degli indicatori di pericolosità.

verso l'elaborazione di un singolo dato tematico, mentre gli indici dalla combinazione di più indicatori con l'obiettivo di sintetizzare e quantificare i diversi fattori che concorrono alle condizioni di pericolosità geo-idrologica. Il risultato di tali elaborazioni viene presentato sotto forma di mappe nelle quali le unità territoriali (CT o CUORE) sono classificate in base ai valori assunti da indicatori e indici. Gli indici territoriali di seguito elencati sono

descritti in dettaglio nel rapporto A11\_DT4 - "Set di indicatori individuati comprendenti anche quelli costruiti ad hoc". Nelle Tabelle 3.4.3 e 3.4.4 sono elencati gli indici territoriali da frana e da alluvione mostrati nelle Figure 3.4.6 e 3.4.7.

Per la descrizione dettagliata dei criteri in base ai quali sono stati calcolati i vari indici, attraverso la combinazione, secondo determinate equazioni, di alcuni indicatori ( $i_1, i_2, \dots$



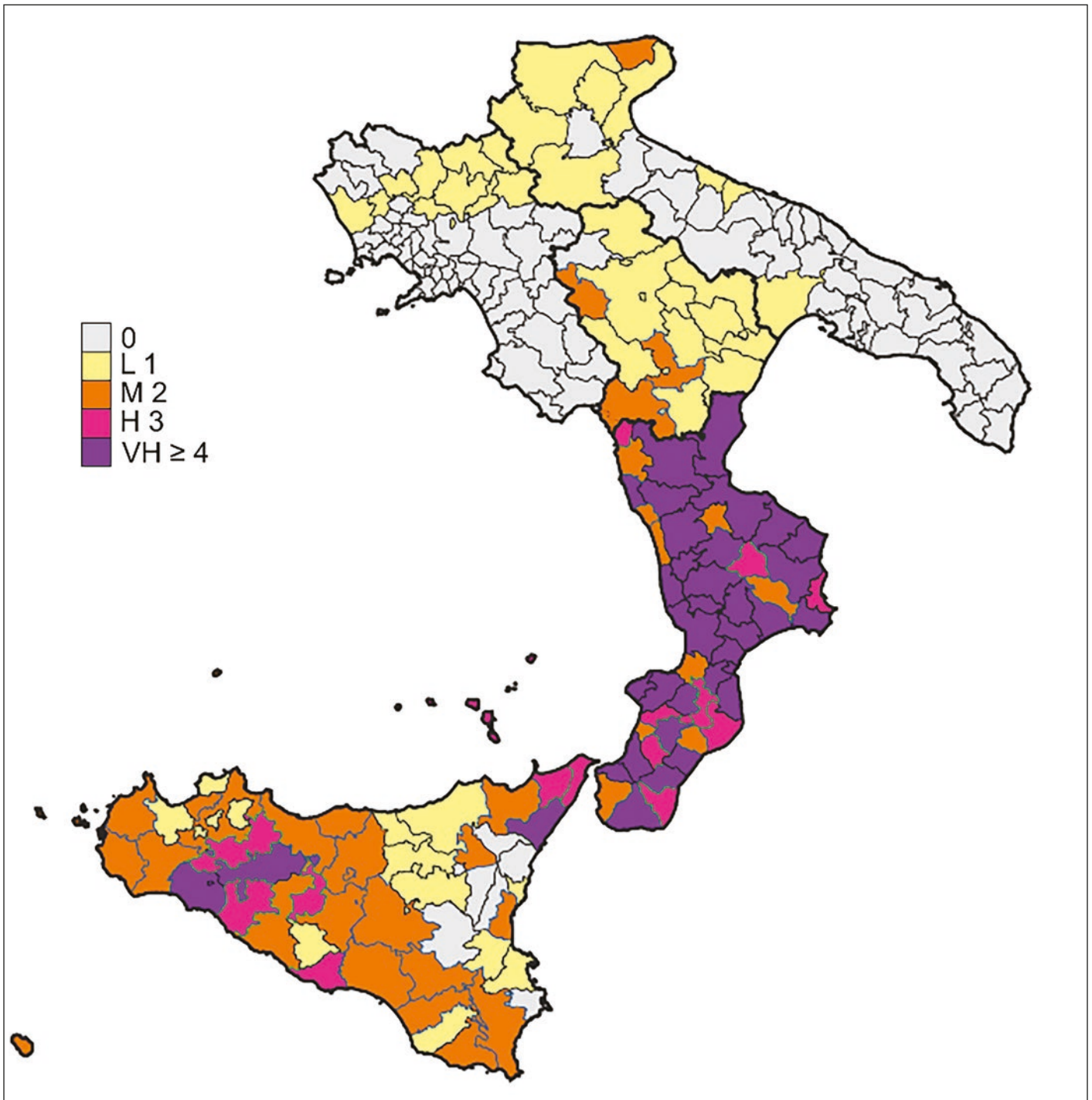
> **Figura 3.4.2.** CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale delle aree a bassa pericolosità da frana ( $i_{PAI\ geo-L}$ ); (b) percentuale delle aree ad alta pericolosità da frana ( $i_{PAI\ geo-H}$ ); (c) percentuale delle aree in frana mappate da IFFI ( $i_{IFFI}$ ) (Fonte: CNR-IRPI).

$i_n$ ), attribuendo ad ognuno di essi un determinato peso ( $W_1, W_2, \dots, W_n$ ), stabilito secondo una valutazione esperta, si rimanda ai report A11\_LG1\_DEF e A11\_DT4.

L'indice di suscettività da alluvione ( $I_{FS}$ , Tabella 3.4.4 e Figura 3.4.8) è stato calcolato utilizzando la mappa di suscettività idraulica, realizzata per le cinque Regioni del PON da POLIMI (vedi Paragrafo 3.2).

La mappa, classificata in 4 livelli di suscettività (trascurabile, bassa, media, alta), si riferisce alla fascia altimetrica compresa tra 0 e 350 m s.l.m. che è l'intervallo altimetrico nel quale storicamente sono state registrate la maggior parte dei fenomeni di alluviona-

mento. L'indice  $I_{FS}$  è stato definito calcolando all'interno di ogni CT/CUORE la percentuale delle aree classificate nelle classi media e alta suscettività. Tale percentuale, variabile da 0 a 94, è stata classificata in 5 classi: bassa (L) da 0% a 7.5%, media (M) da 7.5% a 15%, alta (H) da 15% a 20%, molto alta (VH) da 20% a 40%, molto elevata (VVH)  $\geq 40\%$ . Sebbene  $I_{FS}$  non sia derivato dalla combinazione di più indicatori, esso è stato comunque considerato un indice in quanto derivante dalla mappa di suscettività idraulica ottenuta dall'elaborazione di diversi dataset.



> **Figura 3.4.3**  
CT e CUORE classificati in base al numero di eventi C ( $i_{\text{eventi C}}$ ), eventi per i quali è stato dichiarato lo stato d'emergenza.

### 3.4.5 - Utilizzabilità degli indicatori e indici

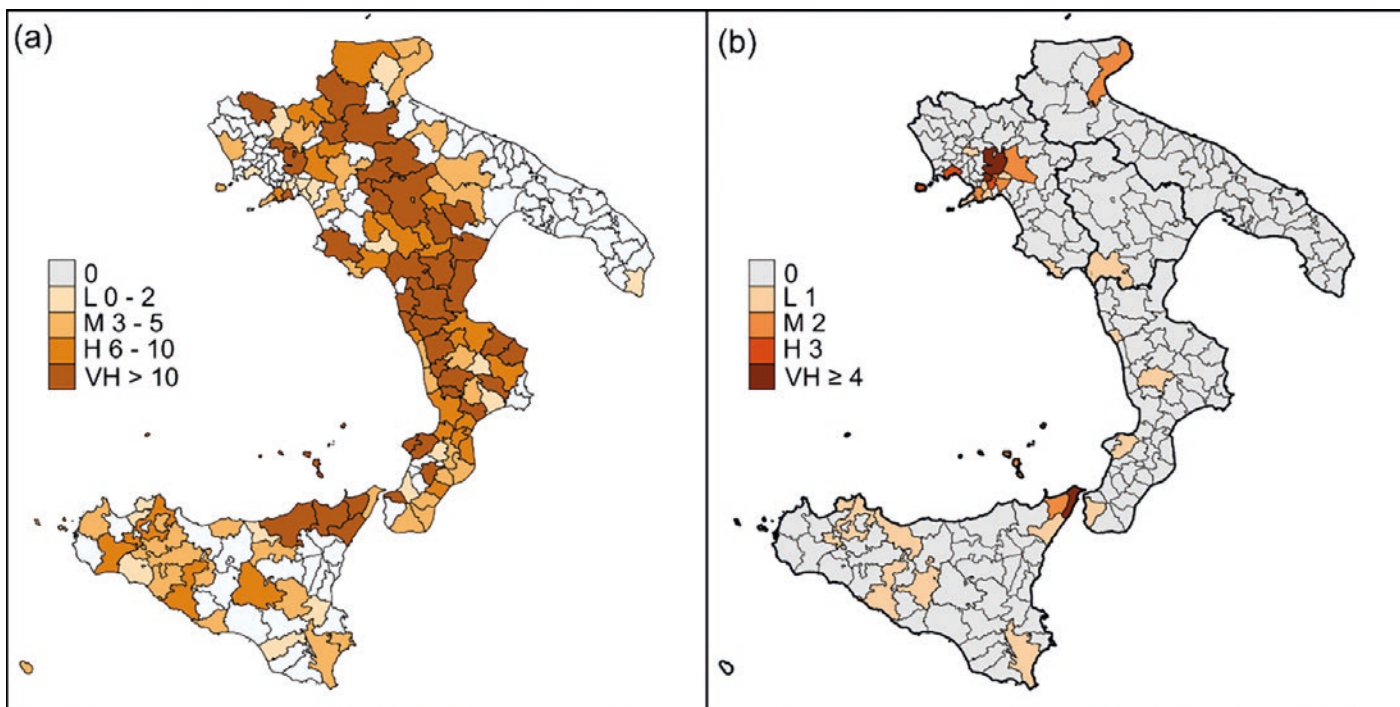
Indicatori e indici possono essere utilizzati, sotto forma di mappa o di tabella, come elementi di sintesi per la conoscenza territoriale. Essi rappresentano uno strumento per schematizzare fenomeni complessi e facilitare la loro comunicazione e gestione, e possono costituire una guida nei processi decisionali e comunicativi in campo politico economico e sociale. In base alla tipologia dei dati utilizzati per la loro definizione, indicatori e indici possono fornire un supporto alle autorità di protezione civile nelle attività gestionali e decisionali quali ad esempio:

- Attività di pianificazione interventi: disporre di

un quadro aggiornato di una determinata problematica ambientale, rappresentata in modo sintetico ed immediato, consente di pianificare adeguatamente interventi per la mitigazione e risoluzione della problematica mappata.

- Attività di monitoraggio dell'efficacia di interventi attuati: la disponibilità dell'indice e della sua distribuzione spaziale consente di conoscere lo stato iniziale e quindi valutare, al passare del tempo, l'evoluzione o l'eventuale miglioramento della situazione a seguito dell'attuazione di interventi mirati alla risoluzione della problematica.
- Attività di comunicazione e divulgazione: come conseguenza diretta del punto prece-





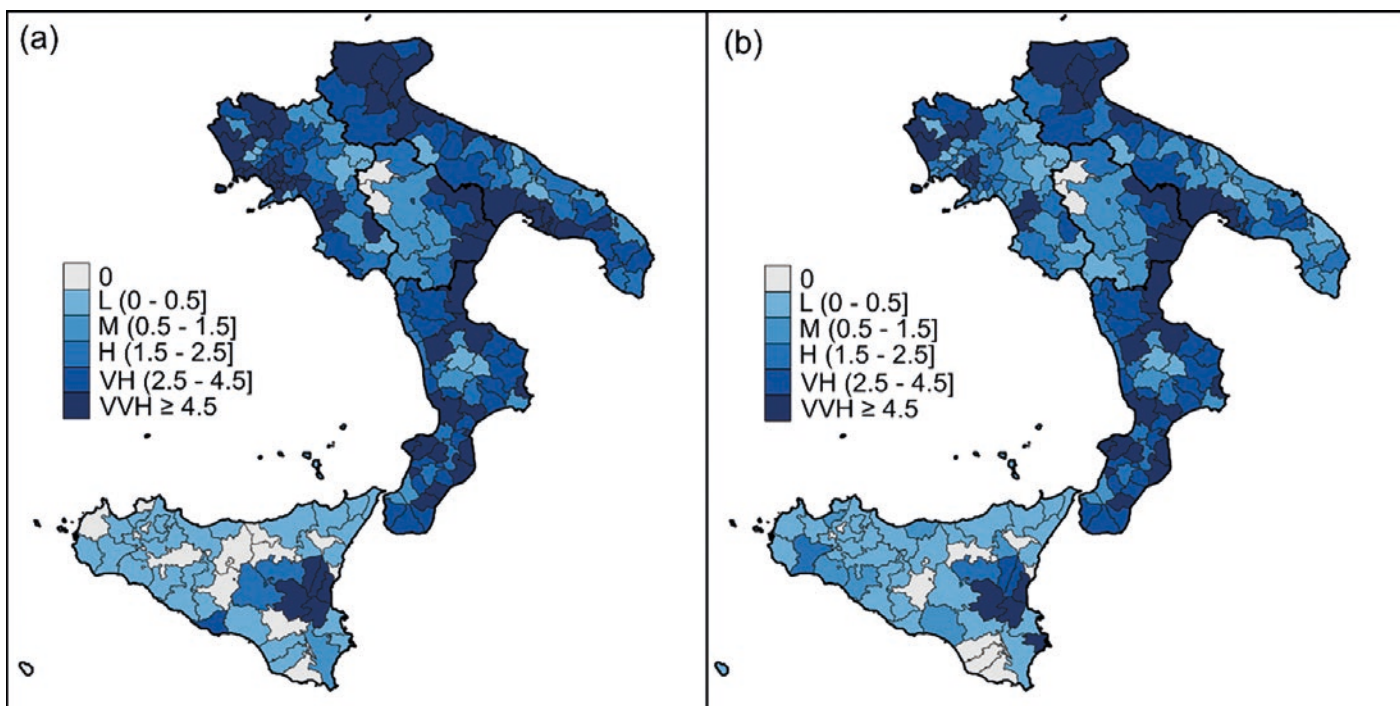
> **Figura 3.4.4**  
 CT e CUORE classificati in base a:  
 (a) numero di interventi per frane censiti in ReNDIS ( $i_{ReNDIS_{geo}}$ ); (b) numero di eventi franosi che hanno causato vittime ( $i_{fatal_{geo}}$ ) (Fonte: CNR-IRPI).

dente, la descrizione e comunicazione dello stato delle problematiche, l'orientamento delle scelte degli interventi e dei risultati degli interventi stessi possono essere comunicate a personale non addetto ai lavori in modo semplice e intuitivo mediante la mappatura degli indici realizzata nei diversi steps del processo decisionale e dopo l'attuazione degli interventi.

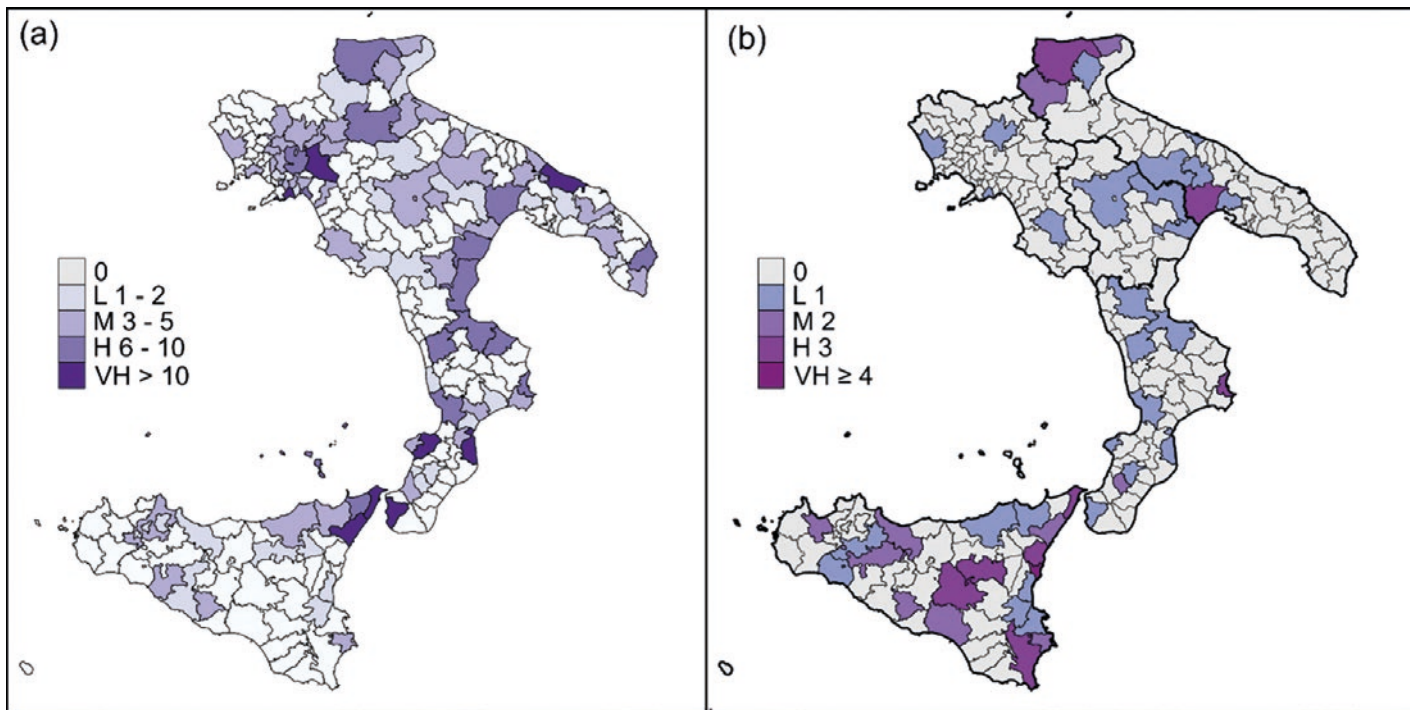
- Attività di confronto con dati di natura economica o demografica: gli indici possono essere

rappresentati in formato tabellare, come valori numerici facilmente confrontabili con valori numerici rappresentativi di altri attributi valutati sul medesimo territorio utilizzando come riferimento le stesse unità territoriali.

Gli indicatori devono essere di facile comprensione, al fine di non compromettere la chiarezza delle informazioni territoriali comunicate, e di immediato utilizzo per il personale preposto alla gestione del rischio.



> **Figura 3.4.5**  
 CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale delle aree a bassa pericolosità da alluvione ( $i_{PGRI_{idro-L}}$ ); (b) Percentuale delle aree a bassa pericolosità da alluvione ( $i_{PGRI_{idro-H}}$ ) (Fonte: CNR-IRPI).



> **Figura 3.4.6**

CT e CUORE classificati in base a: (a) numero di interventi per alluvioni censiti in ReNDiS ( $i_{ReND\ idro}$ ); (b) numero di eventi alluvionali che hanno causato vittime ( $i_{fatal\ idro}$ ) (Fonte: CNR-IRPI).

### INDICI DI PERICOLOSITÀ DA FRANA

	Nome	Indicatori ( $i_1, i_2, \dots, i_n$ )	Pesi ( $W_1, W_2, \dots, W_n$ )	Unità di misura	Figura
$i_{imp\ geo}$	Indice di impatto delle frane	$i_{eventi\ C}$ $i_{ReND\ geo}$ $i_{fatal\ geo}$	$W_1 = 0.33$ $W_2 = 0.33$ $W_3 = 0.33$	[Adimensionale] (0-1)	3.4.6a
$i_{LD}$	Indice di distribuzione delle frane ( <i>Landslide Distribution Index</i> )	$i_{IFFI + PAI\ geo-L}^*$ $i_{PAI\ geo-H}$	$W_1 = 0.35$ $W_2 = 0.65$	[Adimensionale] (0-1)	3.4.6b

> **Tabella 3.4.3**

Lista degli indici di pericolosità da frana.

### 3.4.6 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

(\*) Combinazione di  $i_{FFI}$  e  $i_{PAI\ geo-L}$ .

I metodi identificati per l'identificazione di indicatori e indici territoriali trovano un esplicito riferimento in deliberazioni dirigenziali di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON da parte delle Regioni Campania e Sicilia (vedi Allegato 1).

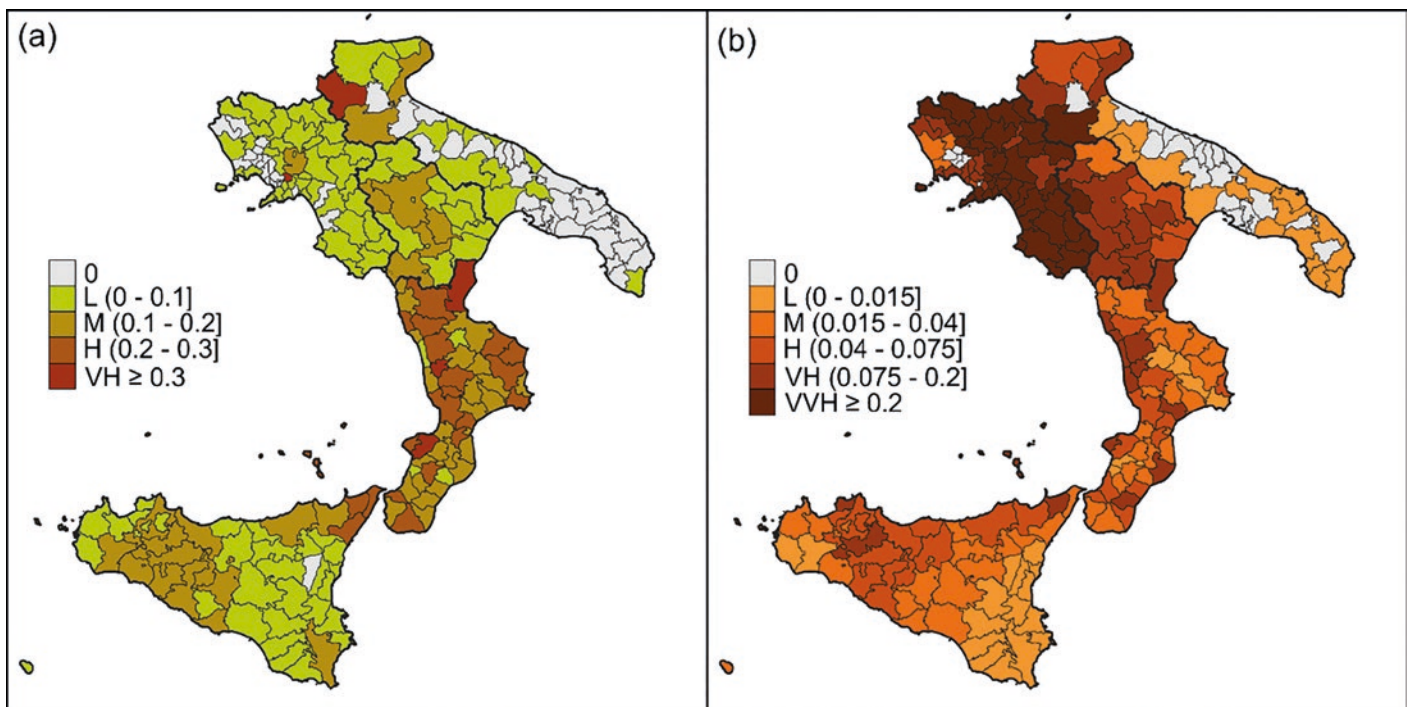
## INDICI DI PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE

	Nome	Indicatori ( $i_1, i_2, \dots, i_n$ )	Pesi ( $W_1, W_2, \dots, W_n$ )	Unità di misura	Figura
$I_{imp\ idro}$	Indice di impatto delle alluvioni	$i_{eventi\ C}$ $i_{ReND\ idro}$ $i_{fatal\ idro}$	$W_1 = 0.33$ $W_2 = 0.33$ $W_3 = 0.33$	[Adimensionale] (0-1)	3.4.7a
$I_{FD}$	Indice di distribuzione delle alluvioni ( <i>Flood Distribution Index</i> )	$i_{PGRA\ idro-L}$ $i_{PGRA\ idro-H}$	$W_1 = 0.35$ $W_2 = 0.65$	[Adimensionale] (0-1)	3.4.7b
$I_{FS}$	Indice di suscettività alle alluvioni ( <i>Flood Susceptibility Index</i> )*	na	na	[ % ]	3.4.8

### > Tabella 3.4.4

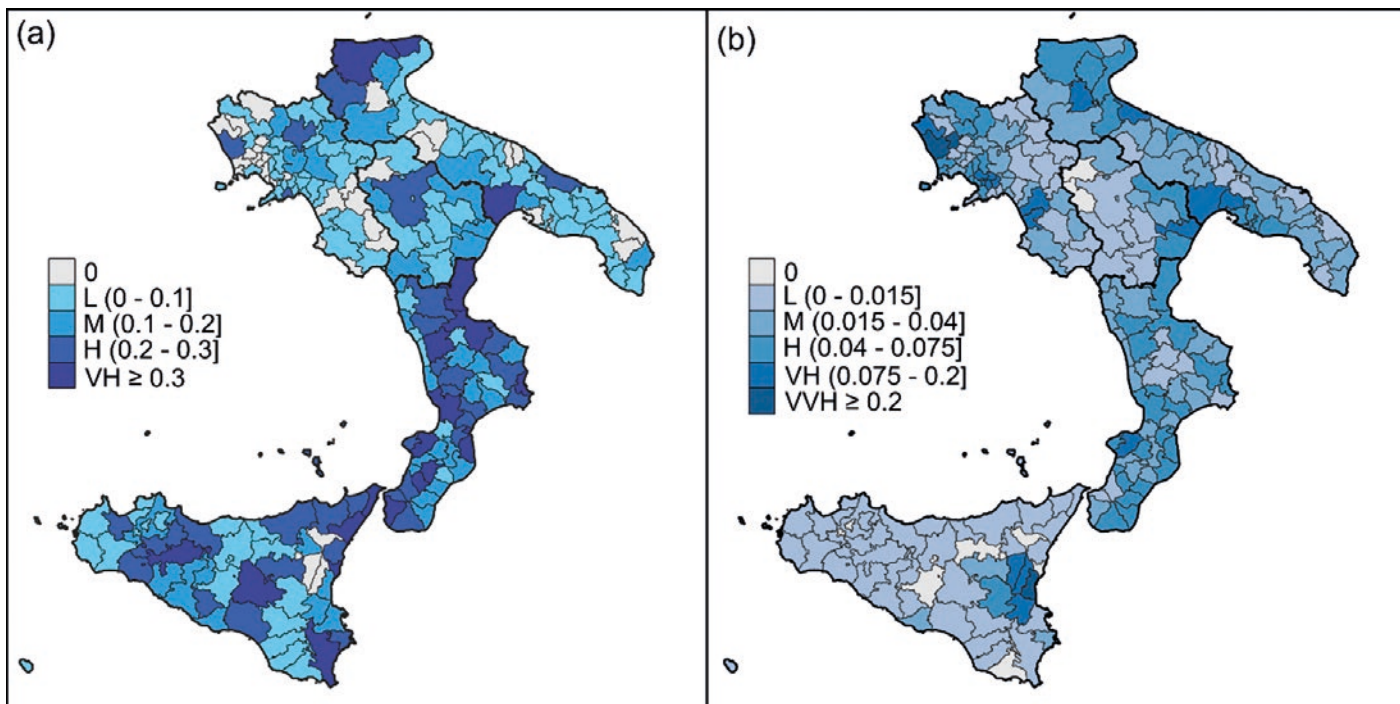
Lista degli indici di pericolosità da alluvione.

(\*) Percentuale delle aree della fascia altimetrica tra 0 e 350 m s.l.m. a media e alta suscettività idraulica.



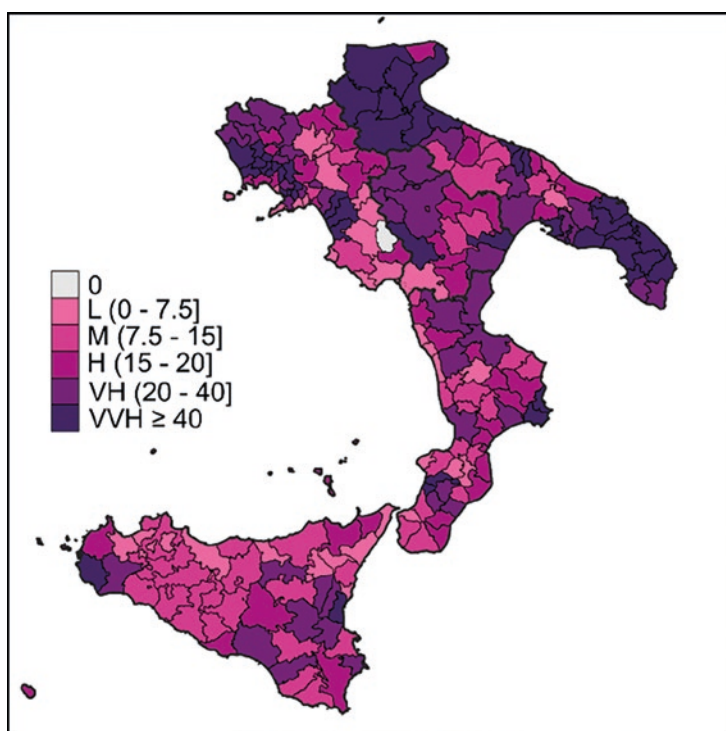
### > Figura 3.4.7

CT e CUORE classificati in base a: (a) indice di impatto delle frane ( $I_{imp\ geo}$ ); (b) indice di distribuzione delle frane (*Landslide Distribution Index*,  $I_{LD}$ ) (Fonte: CNR-IRPI).



> **Figura 3.4.8**

CT e CUORE classificati in base a: (a) indice di impatto delle alluvioni ( $I_{FI}$ ); (b) indice di distribuzione delle alluvioni (*Flood Distribution Index,  $I_{FD}$* ) (Fonte: CNR-IRPI).

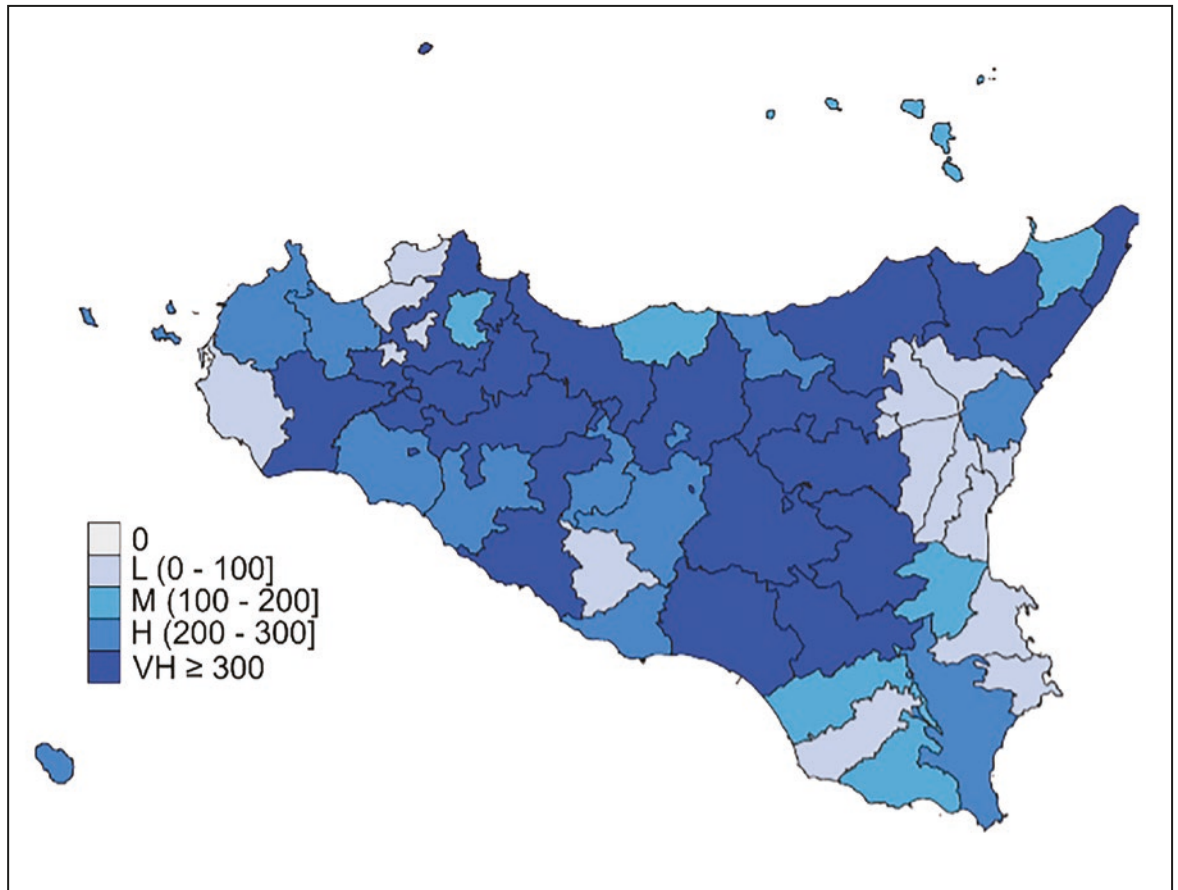


> **Figura 3.4.9**

CT e CUORE classificati in base all'indice di suscettività alle alluvioni (*Flood Susceptibility Index,  $I_{FS}$* ) (Fonte: CNR-IRPI).

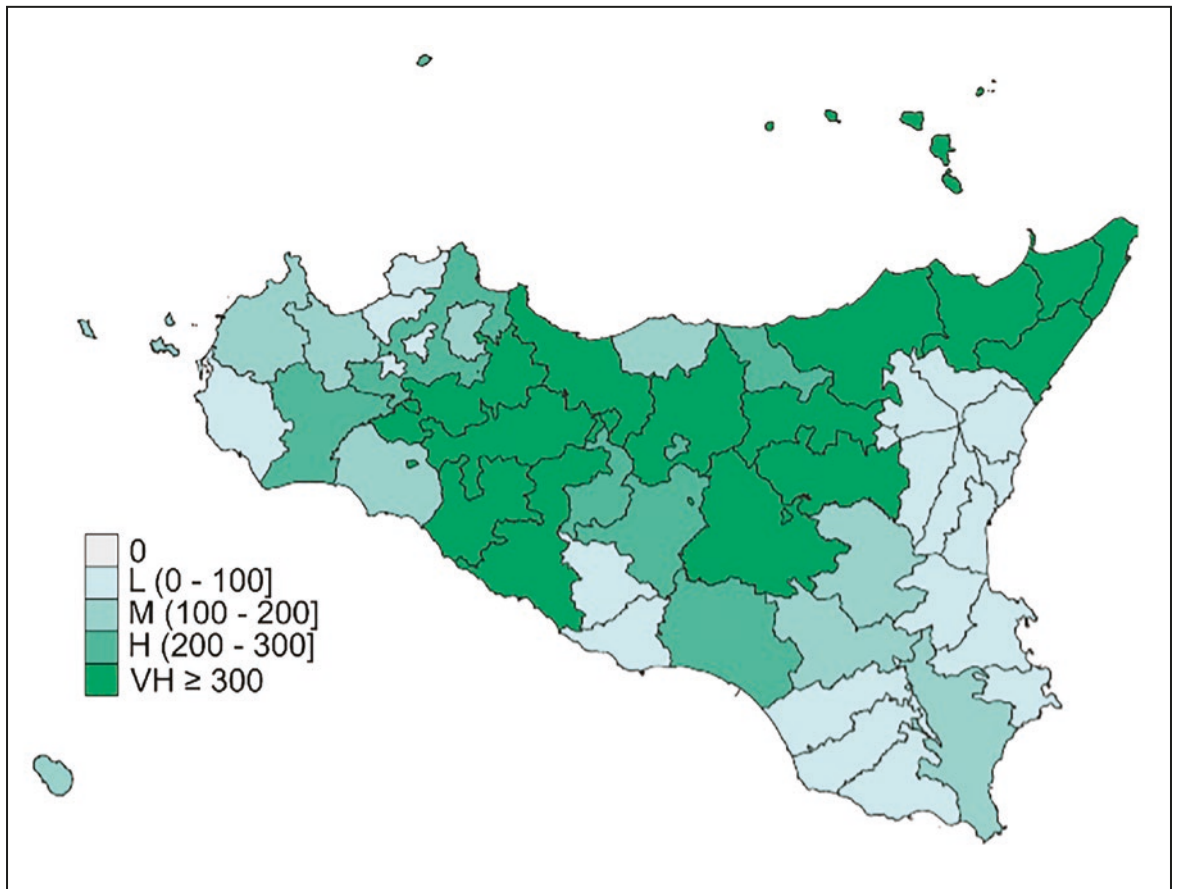
> **Figura 3.4.10**

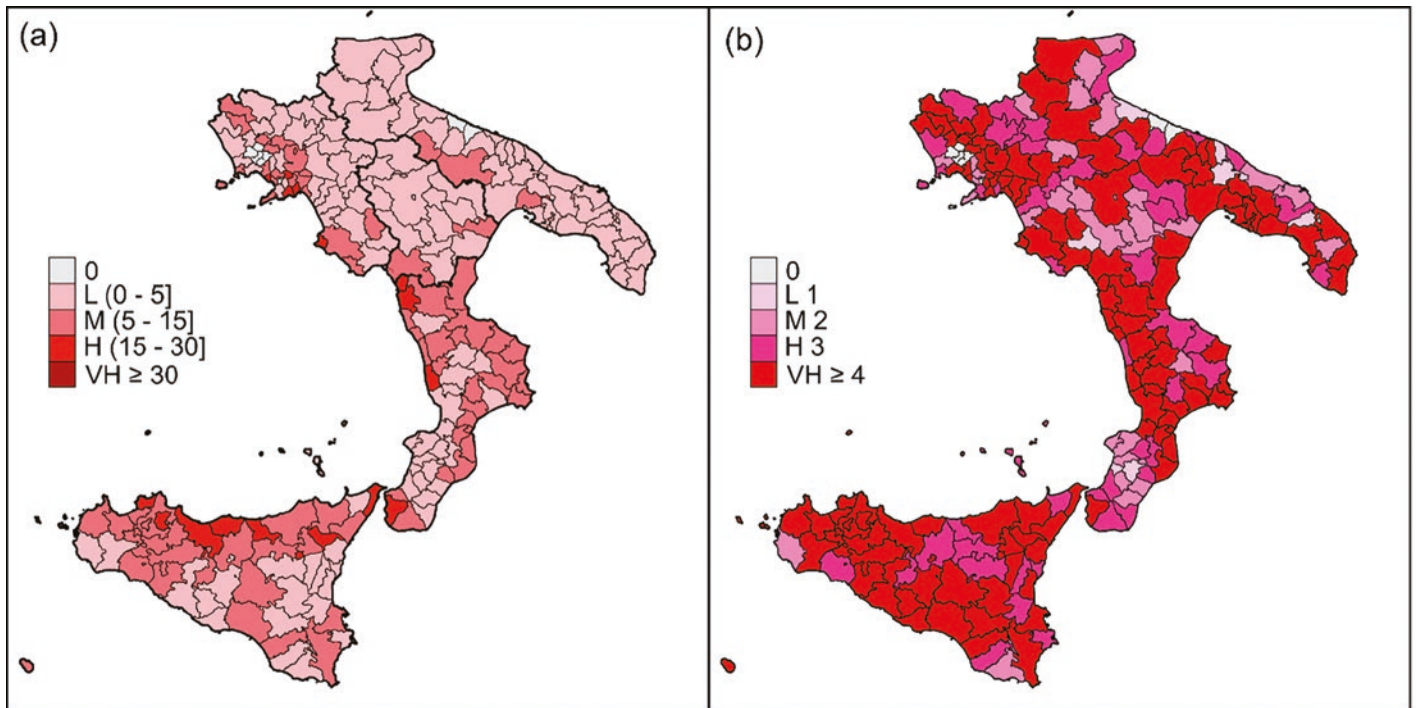
CUORE della Regione Siciliana classificati in base al numero di nodi idro ( $i_{\text{nodi idro}}$ ).



> **Figura 3.4.11**

CUORE della Regione Siciliana classificati in base al numero di nodi frana ( $i_{\text{nodi frana}}$ ).





> **Figura 3.4.12**

CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale di aree incendiate ( $i_{\text{fire\_perc}}$ ); (b) numero di incendi ( $i_{\text{fire\_count}}$ ).

## 4.1 - SCENARI DI EVENTO

### 4.1.1 - Gli scenari di evento nella pianificazione di protezione civile

Gli scenari di evento sono esplicitamente citati sia nella Direttiva PCM del 27 febbraio 2004 e s.m.i. ("Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile") che nella Direttiva PCM del 30 aprile 2021 ("Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali").

Nella citata Direttiva PCM del 27 febbraio 2004, all'art. 2, con riferimento alla necessità di identificare adeguate grandezze e relativi valori quali precursori ed indicatori del probabile manifestarsi di prefigurati scenari di evento, si definisce lo scenario di evento come l'evoluzione nello spazio e nel tempo del solo evento prefigurato atteso e/o in atto, pur nella sua completezza e complessità.

Nella Direttiva PCM del 30 aprile 2021, al Paragrafo 2.3 dell'Allegato tecnico, si stabilisce che per i rischi idrogeologico, idraulico e da fenomeni meteorologici avversi, anche ai fini di una più efficace azione di allertamento, è necessario elaborare lo "scenario di evento". Lo scenario di evento deve descrivere i fenomeni che possono verificarsi nel territorio preso in esame, definendone l'intensità, le aree interessate, le direttrici lungo le quali è prevedibile che si possano sviluppare i punti di innesco e altre informazioni utili a capire le caratteristiche essenziali dei fenomeni stessi.

Lo scenario di evento trova inoltre riferimenti nelle Indicazioni Operative del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 10 febbraio 2016, n. RIA/0007117 (I.O.2016), recanti "Metodi e criteri per l'omogeneizzazione dei messaggi del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico e della risposta del sistema di protezione civile" e nella Direttiva PCM 23 ottobre 2020 ("Aller-

tamento di protezione civile e sistema di allarme pubblico IT-Alert").

Nell'ambito del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", ai fini del miglioramento della pianificazione di protezione civile comunale e intercomunale, ci si è posti l'obiettivo di redigere Linee guida per:

- l'identificazione di scenari tipici di evento;
- la costruzione degli scenari di evento, per diversi livelli e scenari tipici.

### 4.1.2 - Attività svolte

La stesura di Linee guida per la identificazione di scenari tipici di evento e di Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici si inquadra all'interno dell'Azione a32 "Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio" afferente alla fase generale 3 "Analisi ed eventuale aggiornamento dei Piani di Protezione Civile comunali, intercomunali, sovra-comunali e regionali" della Linea A di intervento. Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A32 sono state svolte dal CAMILab-Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrologica dell'Università della Calabria e dal Consorzio CINID.

Le attività metodologiche si sono concentrate:

- a) sull'aggregazione dei vari fenomeni idrogeologici e idraulici all'interno di scenari tipici di evento e sulla caratterizzazione di tali scenari e delle relative conseguenze facendo riferimento all'Allegato 1-Tabella delle allerte e delle criticità meteo-idrogeologiche e idrauliche delle Indicazioni Operative del 2016 (report A32\_LG1);
- b) sugli aspetti più generali per la costruzione degli scenari di evento relativamente alle alluvioni e alle frane (report A32\_LG4).

Nell'ambito delle attività B di affiancamento alle Regioni Calabria e Puglia sono stati redatti do-

Scenari tipici di evento	Codifica
Flash Flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$	STE 01
Alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione $<12 h$	STE 02
Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12h$	STE 03
Allagamento per inadeguato drenaggio	STE 04
Frane profonde	STE 05
Frane superficiali	STE 06
Frane che possono interferire con i corsi d'acqua	STE 07
Colate di fango e di detrito	STE 08
Sinkhole	STE 09
Effetti temporaleschi	STE 10

> **Tabella 4.1.1**  
Catalogazione degli  
scenari tipi di evento  
(STE).

cumenti (B32CAL\_LG1, B32CAL\_RT2 e B32PUG\_RT1) in cui vengono esplicitati i criteri per l'utilizzo dei prodotti realizzati per gli scenari di evento per l'aggiornamento delle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile.

#### 4.1.3 - Prodotti realizzati

##### 4.1.3.1 - Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento

###### Catalogazione degli scenari tipi di evento

Nel documento metodologico (report A32\_LG1) è stata proposta una catalogazione degli eventi attraverso la definizione di Scenari Tipici di Evento (STE) suddivisi in 10 tipologie (Tabella 4.1.1).

###### Caratterizzazione degli scenari tipici di evento

È stata definita una metodologia per la caratterizzazione degli scenari di evento e delle relative conseguenze che prevede una riclassificazione dei fenomeni e danni ipotizzati nella Tabella delle allerte e delle criticità meteo-idrogeologiche e idrauliche - Allegato 1 delle

I.O. 2016, con verifica della congruenza rispetto ai criteri utilizzati per costruire la piattaforma FloodCat e la successiva attribuzione di tali fenomeni agli scenari tipici di evento. In maniera analoga, si è proceduto riclassificando i danni ipotizzati dalle I.O. 2016.

I fenomeni riportati dalle I.O. 2016, denominati Fenomeni Elementari di Riferimento (FER), rappresentano la caratterizzazione dello scenario tipico di evento e sono stati raggruppati per tipologia in 7 macrocategorie:

- fenomeni franosi;
- fenomeni legati al drenaggio;
- fenomeni in alveo;
- esondazioni;
- inondazioni;
- modifiche dell'alveo;
- fenomeni temporaleschi.

Ciascuna delle macrocategorie contiene uno o più FER. A titolo di esempio si riportano i FER relativi ai Fenomeni franosi (Tabella 4.1.2) rimandando al report A32\_LG1 per l'elenco completo.

Anche i danni riportati nelle I.O. 2016 sono stati classificati individuando 8 categorie di elementi esposti a danno. Le categorie di danno individuate sono:



## Fenomeni franosi

Fenomeni superficiali di erosione del suolo	FER 1
Frane superficiali	FER 2
Frane profonde	FER 3
Crolli di massi e/o detriti	FER 4
Colamenti	FER 5
Sprofondamenti	FER 6

### > Tabella 4.1.2

Fenomeni Elementari di Riferimento (FER) per i fenomeni franosi.

STE	FER			Danni
STE 05 Frane profonde	Fenomeni franosi	Frane profonde	FER 3	E1 E3
		Crolli di massi e/o detriti	FER 4	E4 E5 E6 E7 E8
STE 06 Frane superficiali	Fenomeni franosi	Fenomeni superficiali di erosione del suolo	FER 1	E1 E3
		Frane superficiali	FER 2	E4 E5
		Crolli di massi e/o detriti	FER 4	E6 E7
	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	E8

### > Tabella 4.1.3

Corrispondenze STE-FER-DANNI per gli scenari tipici di evento STE 05 e STE 06.

- E1: Edifici pubblici e/o private;
- E2: Coperture di edifici e/o strutture provvisorie;
- E3: Viabilità;
- E4: Opere di difesa e opere idrauliche;
- E5: Attività economiche (industriali, agricole, commerciali, edilizie, attività turistiche e/o ricreative);
- E6: Infrastrutture tecnologiche e di servizio (linee elettriche, gas, fognature, acquedotti, reti telefoniche, radio, televisione);
- E7: Persone;

E7.1: Feriti;

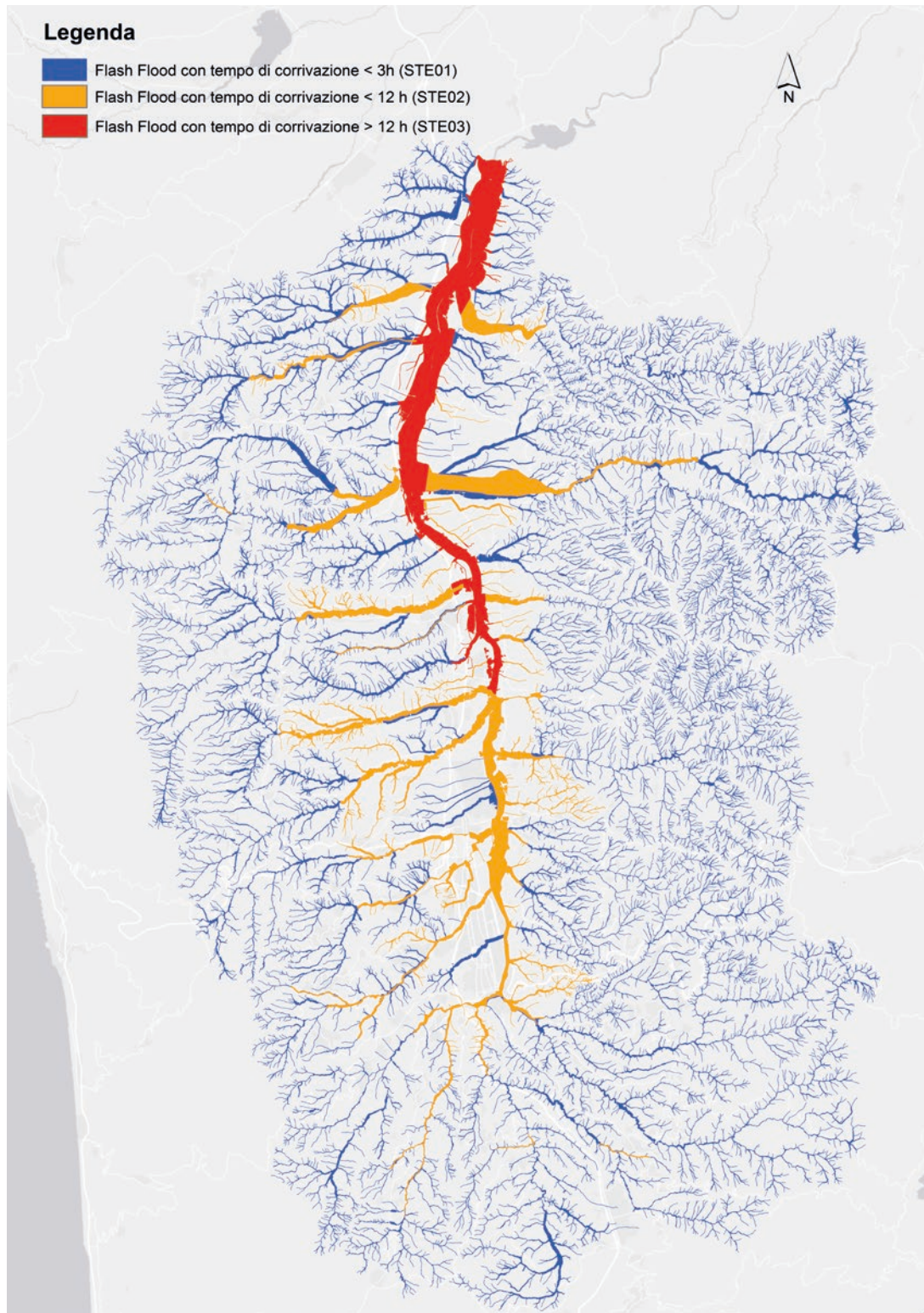
E7.2: Evacuati;

E7.3: Vittime;

- E8: Altro (beni culturali/paesaggistici, aree naturali di particolare interesse).

Si è infine elaborata una procedura per la caratterizzazione degli Scenari Tipici di Evento (STE) che consiste nell'attribuire, in maniera euristica, ad ogni tipologia di STE, i possibili FER ed effetti associati (DANNI), validati successivamente tramite l'analisi di alcuni casi di studio. L'analisi ha condotto alla individuazione di situa-

> **Figura 4.1.1**  
Carta degli Scenari Tipici di Evento  
- esempio del fiume Crati in Calabria  
(Fonte: CAMILab).



zioni rappresentative di STE – FER – DANNI delle quali, a titolo di esempio, si riportano nella Tabella 4.1.3 quelle relative agli STE 05 (frane profonde) e STE 06 (frane superficiali) rimandando al report A32\_LG1 per la casistica completa.

#### Carta degli scenari tipici di evento

Sulla base della metodologia sviluppata è possibile costruire una Carta degli scenari tipici di evento.

Tale specifica cartografia indica, nelle diverse

aree vulnerabili, quali sono gli scenari tipici più probabili. Si tratta di una cartografia di piccola scala che si riferisce ad aree vaste e che, pertanto, non può essere confusa con la Carta degli scenari di evento, analizzata nel report A32\_LG4. Quest'ultima è una cartografia a grande scala, quindi di dettaglio, destinata ad essere supporto decisivo nella gestione delle fasi di allertamento e nelle azioni del Presidio territoriale. La carta degli scenari tipici, invece, fornisce un'informazione più generale perché indica la tipologia di evento che potrebbe col-

pire le zone vulnerabili. Ad esempio, mentre la carta degli scenari di evento per il rischio di inondazione, indica in dettaglio la delimitazione delle aree inondabili, la loro zonazione in termini di magnitudo, la carta degli scenari tipici distingue invece tra le zone interessate da fenomeni con una diversa rapidità di evoluzione, definita in base al tempo di risposta della piena alla forzante pluviometrica. La Figura 4.1.1 riporta l'esempio per la Calabria del reticolo del fiume Crati, chiuso al lago di Tarsia, suddiviso nelle tre classi STE1 (Flash Flood con tempo di corrivazione  $\leq 3h$ ), STE2 (Alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione  $< 12h$ ) e STE3 (Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione  $\geq 12h$ ).

#### 4.1.3.2 - Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli e scenari tipici

##### Elementi rappresentati negli scenari di evento

Le Linee guida (report A32\_LG4) definiscono gli aspetti più generali per la costruzione degli scenari di evento relativamente alle alluvioni ed alle frane.

Gli Scenari di evento devono descrivere in modo sintetico e facilmente comprensibile quali sono le caratteristiche di specifici fenomeni (frane e alluvioni) che possono manifestarsi, descrivendone l'intensità, le aree interessate, le direttrici lungo le quali è prevedibile che si possano sviluppare, i punti di innesco e altre informazioni utili a capire le caratteristiche essenziali dei fenomeni stessi. Nella trattazione dello scenario di evento si utilizza spesso il termine aree vulnerabili che indica, nel caso di alluvioni, le aree inondabili, o, nel caso di frane, le aree interessate da questo tipo di evento.

È possibile sviluppare un'analisi di scenario con diversi livelli di approfondimento, per ognuno dei quali saranno curati, con uno specifico dettaglio, gli aspetti relativi alle caratteristiche del fenomeno considerato, alle aree interessate, ai metodi utilizzati per l'identificazione delle aree vulnerabili ed alle

altre informazioni utili per definire tutte le componenti dello scenario.

In generale si possono distinguere almeno tre livelli di approfondimento:

- Livello 1 o speditivo, realizzabile generalmente con dati già disponibili;
- Livello 2 o intermedio, che necessita di dati e modellazioni ad hoc;
- Livello 3 o di dettaglio, che abbisogna di informazioni e modellazioni estremamente dettagliate.

Il livello 1 si applica all'intero territorio comunale. Aumentando il livello aumenta la complessità della procedura di costruzione della carta degli scenari, che richiede investimenti significativi e tempi non brevi. Pertanto, tali indagini difficilmente possono essere sviluppate in modo sistematico ed esteso ma vanno effettuate solo ad aree limitate dove le conseguenze dell'evento potrebbero risultare particolarmente gravose.

In particolare, i criteri per identificare le aree in cui sviluppare scenari di evento di livello superiore al primo, sono descritti nell'appendice 1 del report A43\_LG4 che tratta i "Criteri per identificare le aree in cui sviluppare scenari di evento di livello superiore al primo".

Di seguito verranno descritti i metodi per l'elaborazione di scenari di evento di livello 1 per le alluvioni e per le frane rimandando al report A43\_LG4 e alle sue appendici per una descrizione dei livelli superiori.

Nella descrizione dello scenario vengono più volte citati i punti critici, i punti di osservazione, i punti di intervento e altri ancora, che nelle Linee guida A32LG4 vengono solamente richiamati, in quanto sono oggetto del documento A41\_LG1 - "Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione" (Paragrafo 4.3) nel quale sono riportati tutti i necessari dettagli.

##### Elaborati degli scenari di evento

Gli scenari di evento vengono rappresentati con la predisposizione dei seguenti Elaborati:

- Relazione: descrive in modo sintetico, per una

specifica tipologia di evento, gli scenari attesi, indicandone le caratteristiche essenziali.

- Carta degli scenari di evento: elaborato cartografico nel quale si riporta, ad una scala non inferiore al 10.000, sulla carta tecnica regionale o su altra carta tematica equivalente oppure su ortofoto, la delimitazione delle aree vulnerabili, loro eventuale zonazione basata sulla magnitudo del fenomeno atteso, indicazione, ove presenti, delle direttrici di propagazione, punti critici, punti di osservazione; ecc. Per la realizzazione della carta degli scenari di evento sarà necessario disporre di strati informativi, da utilizzare con opportuni software, anche di tipo GIS, che consentono di descrivere sia il territorio che gli altri elementi dello scenario in modo chiaro ed efficace.
- Schede tecniche: contengono le informazioni essenziali relative agli scenari di evento. Tali schede sono composte, ove possibile, da check list che facilitano la compilazione.

Negli elaborati, di qualsiasi livello, dovranno essere riportate, con diverso grado di approfondimento, le seguenti informazioni:

- a) delimitazione delle aree vulnerabili, cioè le aree che possono essere colpite dall'evento alluvionale o franoso;
- b) zonazione delle aree vulnerabili in base alla magnitudo stimata dell'evento calamitoso;
- c) punti critici da monitorare con il Presidio territoriale (Paragrafi 4.3 e 4.4);
- d) altri contenuti, integrativi e specifici per eventi alluvionali o franosi quali ad esempio le direzioni di propagazione della corrente, i punti di osservazione e gli Edifici Strategici (scuole, ospedali ecc.).

### Scenario di evento di livello 1 per le alluvioni

La costruzione dello scenario di livello 1 deve essere realizzata per l'intero territorio comunale ed è basata sull'utilizzo e l'analisi dell'informazione esistente, con una limitata attività integrativa. I dati, reperiti presso le varie

fonti ufficiali, dovranno essere elaborati e/o trasformati in formato digitale (qualora già non lo siano) per essere impiegati nella stesura degli elaborati dello scenario.

Nella carta degli scenari di evento di livello 1 vengono riportate le seguenti informazioni:

- a) delimitazione delle aree vulnerabili, da realizzarsi considerando le aree già perimetrate e validate in documenti ufficiali quali Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), documenti tecnici regionali o comunali (Piani di coordinamento, Piani urbanistici, etc), Piani di Protezione Civile comunali, Carte delle aree storicamente inondate, altra cartografia tecnica, come ad esempio le mappe di suscettibilità da alluvione (Paragrafo 3.2), laddove formalmente adottata. Per la delimitazione delle aree vulnerabili si dovrà raggruppare l'informazione in modo da ottenere uno strato informativo che rappresenti la fusione dei dati raccolti, evitando ridondanze e inutili sovrapposizioni;
- b) zonazione delle aree vulnerabili, da effettuarsi in base alla magnitudo dell'evento, definita in ogni punto dal prodotto  $V \times H$  tra la velocità del flusso  $V$  e il tirante idrico  $H$ . Per il livello 1 tale informazione non è quasi mai disponibile nei documenti sopracitati e quindi la zonazione non si realizza;
- c) punti critici, per l'individuazione dei quali si fa riferimento alle tipologie descritte nel dettaglio nel documento A41\_LG1 - "Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione". I punti critici che sono stati già individuati nei documenti ufficiali di cui al punto a) vengono definiti come punti critici noti (PCN). Sono invece definiti come punti critici potenziali (PCP) altri punti o nodi, diversi dai PCN, per i quali, ai fini della effettiva individuazione come punto critico, vanno effettuate le necessarie analisi, valutazioni e verifiche in loco. Si tratti di punti o nodi, quali: i) punti di intersezione tra reticolo idrografico e reticolo stradale e/o ferroviario; ii) tratti

tombati; iii) tratti che interessano aree antropizzate; iv) tratti con brusche variazioni di pendenza o potenzialmente interessati da frane; vi) confluenze importanti. Per i criteri di dettaglio in base ai quali individuare e valutare i PCP si rimanda al rapporto A32\_LG2 - "Linee guida per la redazione di carte dei punti critici idraulici";

d) La carta degli scenari di evento di livello 1 può riportare anche:

- le direzioni di propagazione della corrente, ove desumibili dalla documentazione esistente;
- i punti di osservazione, dove è possibile controllare, in condizioni di sicurezza, l'evolvere del fenomeno o effettuare la lettura di strumenti che non operano in telemisura ;
- i percorsi che consentono di raggiungere in sicurezza i punti di osservazione;
- i Punti ad Altissima Vulnerabilità (PAV) ovvero punti nei quali la vulnerabilità delle persone è particolarmente elevata in ragione della intensità dei fenomeni, delle caratteristiche dei luoghi, della concentrazione e delle caratteristiche delle persone stesse. Ricadono ad esempio in tale fattispecie scuole, asili nido, strutture con ospiti non autosufficienti, locali abitati posti al piano terra o in seminterrati, sottopassi stradali e pedonali, edifici fatiscenti, tratti di strada e spazi aperti dove il fenomeno può raggiungere intensità molto elevata.

Per i criteri di individuazione e schedatura dei punti di osservazione, dei percorsi e dei PAV si rimanda al report A41\_LG1 e all'Allegato 1 del rapporto A41\_LG2.

Un esempio di Carta degli scenari di evento di livello 1 per fenomeni alluvionali è riportato nella Figura 4.1.2.

### Scenario di evento di livello 1 per le frane

Come per le alluvioni il livello 1 riguarda l'intero

territorio comunale mentre i successivi livelli 2 e 3 si limitano ad analizzare un numero limitato di fenomeni franosi di particolare pericolosità di versanti che meritano particolare attenzione per la loro instabilità e le conseguenze che si potrebbero venire a determinare.

Nella carta degli scenari di evento di livello 1 vengono riportate le seguenti informazioni:

a) Delimitazione delle aree vulnerabili: viene realizzata considerando le aree già perimetrate e validate in documenti ufficiali quali PAI, IFFI, documenti tecnici regionali o comunali (Piani di coordinamento, Piani urbanistici, etc), Piani di Protezione Civile comunali, Carte delle aree storicamente interessate da frane, altri documenti ufficiali validati, come ad esempio le mappe di suscettibilità a franare (Paragrafo 3.3), laddove formalmente adottate. La delimitazione delle aree vulnerabili è data dall'involuppo di tutti gli strati informativi provenienti dalle diverse fonti. Dovranno essere considerati non solo il corpo della frana ma anche le zone di propagazione, di retrogressione e di espansione laterale dei singoli movimenti franosi, identificate anche con metodi speditivi.

b) Intensità dei fenomeni: viene determinata per classi di magnitudo dell'evento stimata in base alle dimensioni e alla velocità dei movimenti franosi. Per il livello 1 tale informazione non è quasi mai disponibile nei documenti sopraccitati e quindi gli scenari per tale livello si limitano a individuare le aree censite come franose o suscettibili a franare, senza alcuna valutazione circa la loro magnitudo. Rimane tuttavia possibile, ove emerga dai documenti disponibili una tipizzazione omogenea dei diversi fenomeni, differenziarli in due o tre classi. Si possono, ad esempio, evidenziare i crolli e le colate rapide di fango per l'estrema velocità con la quale si muovono dal momento del distacco a quello dell'impatto.

c) Punti critici, per l'individuazione dei quali si fa riferimento alle tipologie descritte nel dettaglio nel documento A41\_LG1 - "Linee

Regione	Documenti prodotti casi di studio	Allegato n.
Basilicata	A32_LG4 - Caso di studio Pisticci (alluvione)	1
	A32_LG4 - Caso di studio Lauria (frane)	2
Calabria	A32_LG4 - Caso di studio Reggio Calabria (alluvione)	3
	A32_LG4 - Caso di studio San Vincenzo la Costa (frane)	4
Campania	A32_LG4 - Caso di studio Benevento (alluvione)	5
	A32_LG4 - Caso di studio Castellammare di Stabia (alluvione)	6
	A32_LG4 - Caso di studio Nocera Inferiore (alluvione)	7
	A32_LG4 - Caso di studio Castellammare di Stabia (frane)	8
	A32_LG4 - Caso di studio Nocera Inferiore (alluvione)	9
	A32_LG4 - Caso di studio Nocera Inferiore (frane)	10
Puglia	A32_LG4 - Caso di studio Castellaneta (alluvione)	11
	A32_LG4 - Caso di studio Molfetta (alluvione)	12
	A32_LG4 - Caso di studio Peschici (alluvione)	13
Sicilia	A32_LG4 - Caso di studio Palermo (alluvione)	14
	A32_LG4 - Caso di studio Centuripe (frane)	15

> **Tabella 4.1.1**  
Scenari di evento e di rischio. Elenco dei casi di studio e dei relativi report.

guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione". Nello scenario di primo livello ci si limiterà a riportare come punti critici i tratti di strada e gli edifici interessati dalle frane, più eventuali altre informazioni disponibili.

d) La carta degli scenari di evento di livello 1 può riportare anche:

- i punti di osservazione, dove è possibile controllare, in condizioni di sicurezza, l'evolvere del fenomeno o effettuare la lettura di strumenti che non operano in telemisura;
- i percorsi che consentono di raggiungere in sicurezza i punti di osservazione;
- i Punti ad Altissima Vulnerabilità (PAV) ovvero punti nei quali la vulnerabilità delle persone è particolarmente elevata in ragione della intensità dei fenomeni, delle caratteristiche dei luoghi, della concentrazione e delle caratteristiche delle persone stesse. Ricadono ad esempio in tale fattispecie scuole, asili nido, strutture con ospiti non autosufficienti, edifici fatiscenti, zone circoscritte dove il fenomeno può raggiungere intensità molto elevata.

Per i criteri di individuazione e schedatura dei punti di osservazione, dei percorsi e dei PAV si rimanda al report A41\_LG1 e all'Allegato 1 del rapporto A41\_LG2.

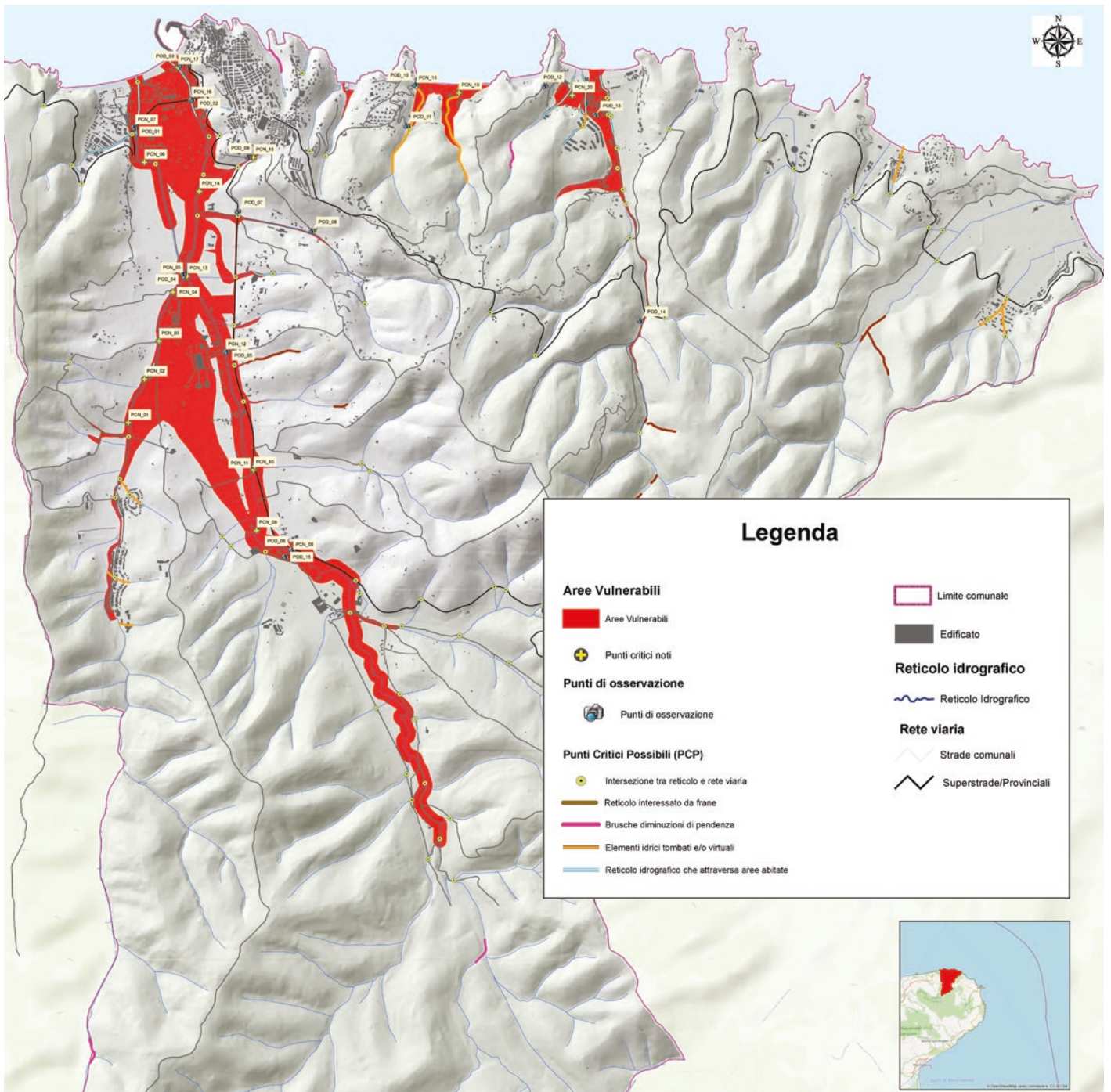
Un esempio di Carta degli scenari di evento di livello 1 per le frane è riportato nella Figura 4.1.3.

#### 4.1.3.3 - Casi di studio

Le procedure per la costruzione al primo livello di scenari di evento e di scenari di rischio per le persone, sia per le alluvioni che per le frane, sono state applicate per 12 Comuni identificati come casi di studio nelle Regioni interessate dal Programma PON. I casi di studio vengono descritti negli allegati al report A32\_LG4 - "Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici" (vedi Tabella 4.1.1).

#### 4.1.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

I metodi identificati per la costruzione degli scenari di evento trovano un esplicito riferimento circa il loro utilizzo nelle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile della Regione Calabria e della Regione Puglia e sono stati oggetto di una deliberazione dirigenziale di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON da parte della Regione Siciliana (vedi Allegato 1).



> **Figura 4.1.2**  
Carta degli scenari di evento di livello 1 (alluvioni) - Comune di Peschici (FG) (Fonte: CAMILab).

## 4.2 - SCENARI DI RISCHIO PER LE PERSONE

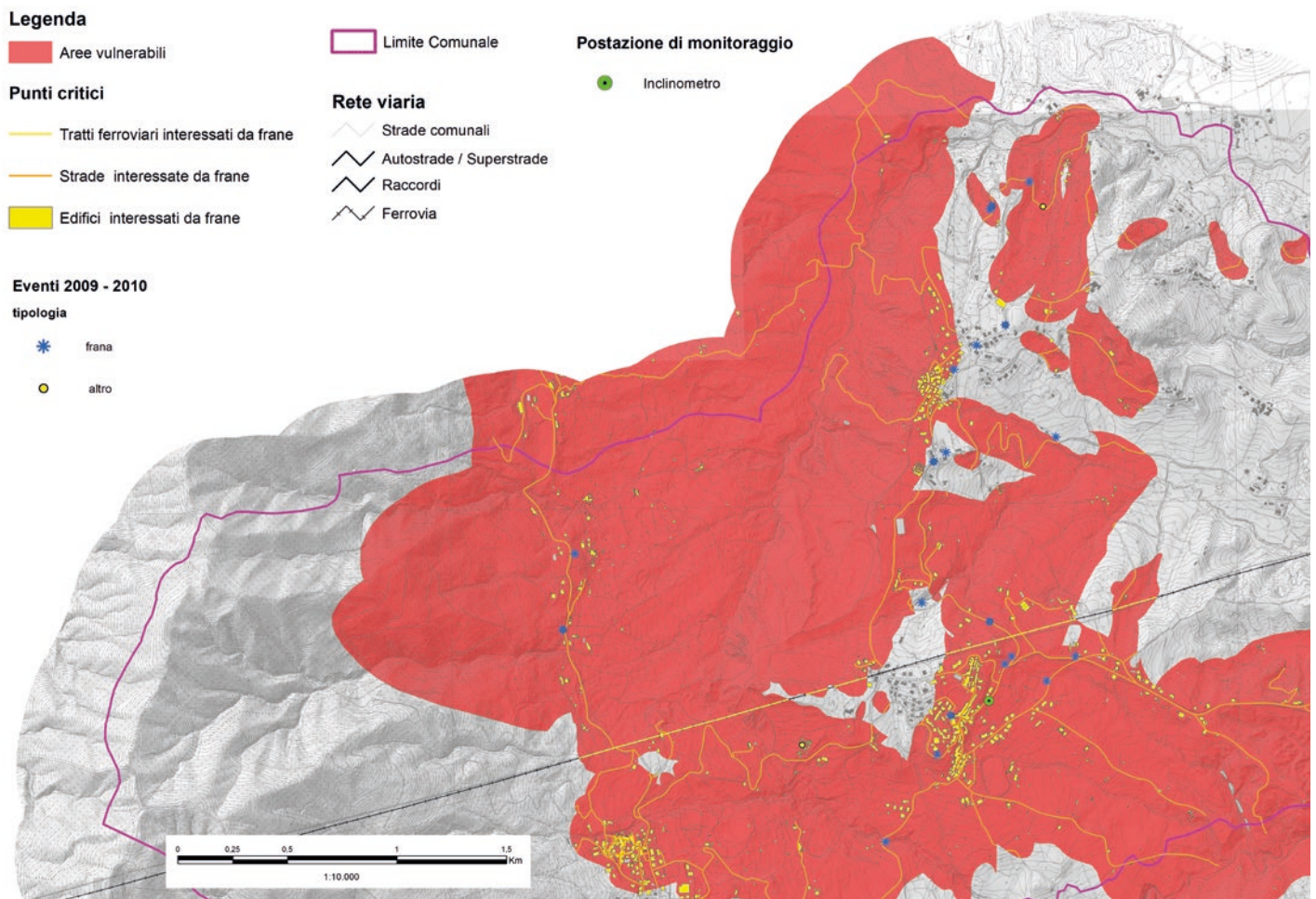
### 4.2.1 - Gli scenari di rischio nella pianificazione di protezione civile

Mentre gli scenari di evento (Paragrafo 4.1) riguardano la descrizione dei fenomeni temuti (frane o alluvioni) gli scenari di rischio si riferiscono agli effetti di tali fenomeni sulle persone e sui beni. Gli scenari di rischio sono esplicitamente citati nel D.Lgs. n. 1/2018 (Codice della Protezione Civile), nella Direttiva PCM del 27 febbraio 2004 e s.m.i. ("Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di

protezione civile") e nella Direttiva PCM del 30 aprile 2021 ("Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali").

L'identificazione e lo studio degli scenari di pericolosità e di rischio si caratterizza come una attività di previsione che risulta funzionale sia ai fini dell'allertamento che della pianificazione di protezione civile.

Il Codice della Protezione Civile inquadra tale attività di previsione come dinamica ed evolutiva. Quest'ultima si esplica sia in ragione della necessità di adattare, per quanto possibile, la risposta operativa di un Piano di Protezione Civile agli eventi nella loro evoluzione sia in base alla possibilità, tecnologica e organizzativa,



> **Figura 4.1.3**  
Carta degli scenari di evento di livello 1 (frane) - Comune di San Vincenzo la Costa (CS) (Fonte: CAMILab).

di utilizzare sistemi di preannuncio in termini probabilistici e di monitoraggio strumentale da remoto nonché di sorveglianza in sito di alcune tipologie di fenomeni attraverso l'attività di Presidio territoriale (Paragrafo 4.4). Le suddette considerazioni sono valide per tutti i livelli territoriali, da quello comunale a quello nazionale.

L'obiettivo primario di ogni scenario di rischio, nell'ambito di un Piano di Protezione Civile, è quello di definire e orientare le attività decisionali finalizzate alla attuazione delle azioni strategiche necessarie all'esecuzione del piano medesimo quali ad esempio l'individuazione dei centri operativi di coordinamento e delle aree e strutture di emergenza.

Nella Direttiva del 27 febbraio 2004, si definisce lo scenario di rischio come l'evoluzione nello spazio e nel tempo dell'evento e dei suoi effetti, cioè della distribuzione degli esposti stimati e della loro vulnerabilità anche a seguito di azioni di contrasto.

Ai fini della Direttiva del 30 aprile 2021, lo scenario di rischio è il prodotto integrato di una attività descrittiva, accompagnata da cartografia esplicativa, e di una attività valutativa relativamente agli effetti che possono essere determinati sull'uomo, sui beni, sugli insedia-

menti, sugli animali e sull'ambiente, dall'evoluzione nello spazio e nel tempo di un evento riconducibile ad una o più delle tipologie di rischio di cui al Codice, articolo 16, comma 1. Nell'ambito del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", ai fini del miglioramento della pianificazione di protezione civile comunale e intercomunale, ci si è concentrati sulla valutazione dei possibili rischi per la popolazione, ponendosi l'obiettivo di redigere Linee guida per l'identificazione di scenari di rischio per le persone.

#### 4.2.2. Attività svolte

La stesura di un documento metodologico di Linee guida per la costruzione di scenari di rischio per le persone (report A32\_LG5) si inquadra all'interno dell'azione A32 "Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio" afferente alla fase generale 3 "Analisi ed eventuale aggiornamento dei Piani di Protezione Civile comunali, intercomunali, sovracomu-



nali e regionali” della Linea A di intervento. Nell’ambito del RTI-CIMA le azioni A32 sono state svolte dal CAMILab-Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrologica dell’Università della Calabria e dal Consorzio CINID. Le attività metodologiche si sono concentrate sulla stima, articolata in tre livelli, dell’indice di danno o rischio per le persone presenti all’interno di determinati “oggetti” (edifici, strade, spazi aperto) attraverso la valutazione della vulnerabilità individuale e dell’affollamento in tali oggetti. Nell’ambito delle attività B di affiancamento alle Regioni Calabria e Puglia sono stati redatti documenti (B32CAL\_LG1, B32CAL\_RT2 e B32PUG\_RT1) in cui vengono esplicitati i criteri per l’utilizzo di quanto prodotto per gli scenari di rischio per le persone ai fini dell’aggiornamento delle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile.

#### 4.2.3 - Prodotti realizzati

##### 4.2.3.1 - Linee guida per la costruzione degli scenari di rischio per le persone

###### La definizione del Rischio

Lo scenario di rischio si costruisce in genere per uno scenario di evento specifico, la cui probabilità di accadimento si può, pertanto, assumere pari ad uno. In base all’equazione di Varnes (1), ne consegue che, in questo caso, il rischio è dato dal prodotto della vulnerabilità ( $V$ ) e degli elementi esposti ( $E$ ) e, quindi, coincide con il danno atteso ( $D$ ):

$$(1) R = H \cdot D = H \cdot E \cdot V$$

Dove:

- $D$ : Danno, cioè l’entità dei danni relativi ad uno specifico evento catastrofico in termini di vite umane, persone ferite, danni alle pro-

- prietà ed alle attività economiche;
- $E$ : Elementi a rischio, cioè la popolazione, le proprietà e le attività economiche potenzialmente in pericolo con riferimento a un dato fenomeno catastrofico;
- $R$ : Rischio, che trattandosi di un singolo evento coincide con il danno  $D$ , mentre nel caso più generale è assunto pari al valore atteso in un prefissato periodo  $t$ ;
- $H$ : Pericolosità naturale, cioè la probabilità che un dato evento possa verificarsi in una data area in un periodo  $t$ , nel caso in esame nei fatti vale 1;
- $V$ : Vulnerabilità, che rappresenta il grado di danno atteso nei confronti di un elemento o di un insieme di elementi, espresso con una scala da 0 (nessun danno) a 1 (distruzione totale). Secondo la definizione di rischio contenuta nel “*Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction*”, adottato dall’Assemblea Generale delle Nazioni unite il 2 febbraio 2017, il rischio  $R$  è funzione anche della Capacità  $C$ .

$$R = f(H, E, V, C)$$

La Capacità  $C$  è la combinazione di tutti i punti di forza, degli attributi e delle risorse disponibili all’interno di un’organizzazione, comunità o società per gestire e ridurre i rischi di disastro e rafforzare la resilienza. All’aumentare della Capacità  $C$  diminuisce il rischio  $R$ .

Per la valutazione del rischio per le persone il metodo descritto nelle Linee guida (report A32\_LG5) prevede la stima:

- di un Indice di Vulnerabilità Individuale che si riferisce ad una singola persona che si trova all’interno di un determinato “oggetto” (edificio, strada, area aperta);
- di un Indice di Affollamento, ovvero di un coefficiente in grado di tenere conto della popolazione presente nelle aree a rischio al momento dell’evento;



> **Figura 4.2.1**  
Livello di dettaglio  
della scala spaziale  
(Fonte: CAMILab).

- di un indice di rischio per l'incolumità delle persone, ottenuto dalla combinazione dei due indici precedenti.

Così come per gli scenari di evento anche per gli scenari di rischio sono possibili analisi su tre livelli: da uno più speditivo (livello 1), che valuta il rischio solo in alcuni punti dove si suppone che la vulnerabilità sia più elevata e che quindi può essere agevolmente applicato all'intero territorio comunale, fino ad uno più complesso (livello 3), che necessita di informazioni ed elaborazioni tali da poter essere applicato solo a porzioni limitate del territorio.

In questa sede esamineremo in particolare le analisi e valutazioni relative al livello 1 rimandando al report A32\_LG5 per la descrizione di maggiore dettaglio dei livelli superiori.

Gli scenari di rischio sono fortemente connessi a quelli di evento (Paragrafo 4.1), pertanto, i criteri attraverso i quali si stabilisce in quali zone sviluppare un'analisi di scenario di rischio di livello superiore sono analoghi a quelli utilizzati per stabilire in quali zone sviluppare un'analisi di scenario di evento più approfondite per le quali si rimanda all'Appendice 1 al report A32\_LG4.

### Stima dell'Indice di Vulnerabilità Individuale

Nell'ambito del Programma PON il CAMILab ha provveduto ad affinare il metodo EVIL (*Evaluation of Vulnerability to Inondation and Landslides*), sviluppato a partire dal 2016. Tale metodo consente di stimare un Indice di Vulnerabilità Individuale (IVI) che rappresenta l'aliquota di danno che mediamente può subire una persona che si trovi in uno specifico luogo

per effetto di un evento idrogeologico. IVI è compreso tra zero e uno.

Il metodo EVIL fornisce uno specifico valore dell'IVI per ciascuno degli "oggetti", in cui il territorio di interesse è articolato. Gli oggetti, che vengono analizzati anche a diverse scale, sono:

- gli edifici (o i vari livelli dei singoli edifici);
- le strade (o brevi tratti delle stesse);
- gli spazi aperti (o piccole porzioni omogenee degli stessi).

Gli oggetti elementari possono essere aggregati a scale minori e quindi si può passare dall'analisi dei singoli edifici a quella di Quartiere, di Cella censuaria, di Comune e a, scale ancora inferiori, di Provincia o di Regione (Figura 4.2.1).

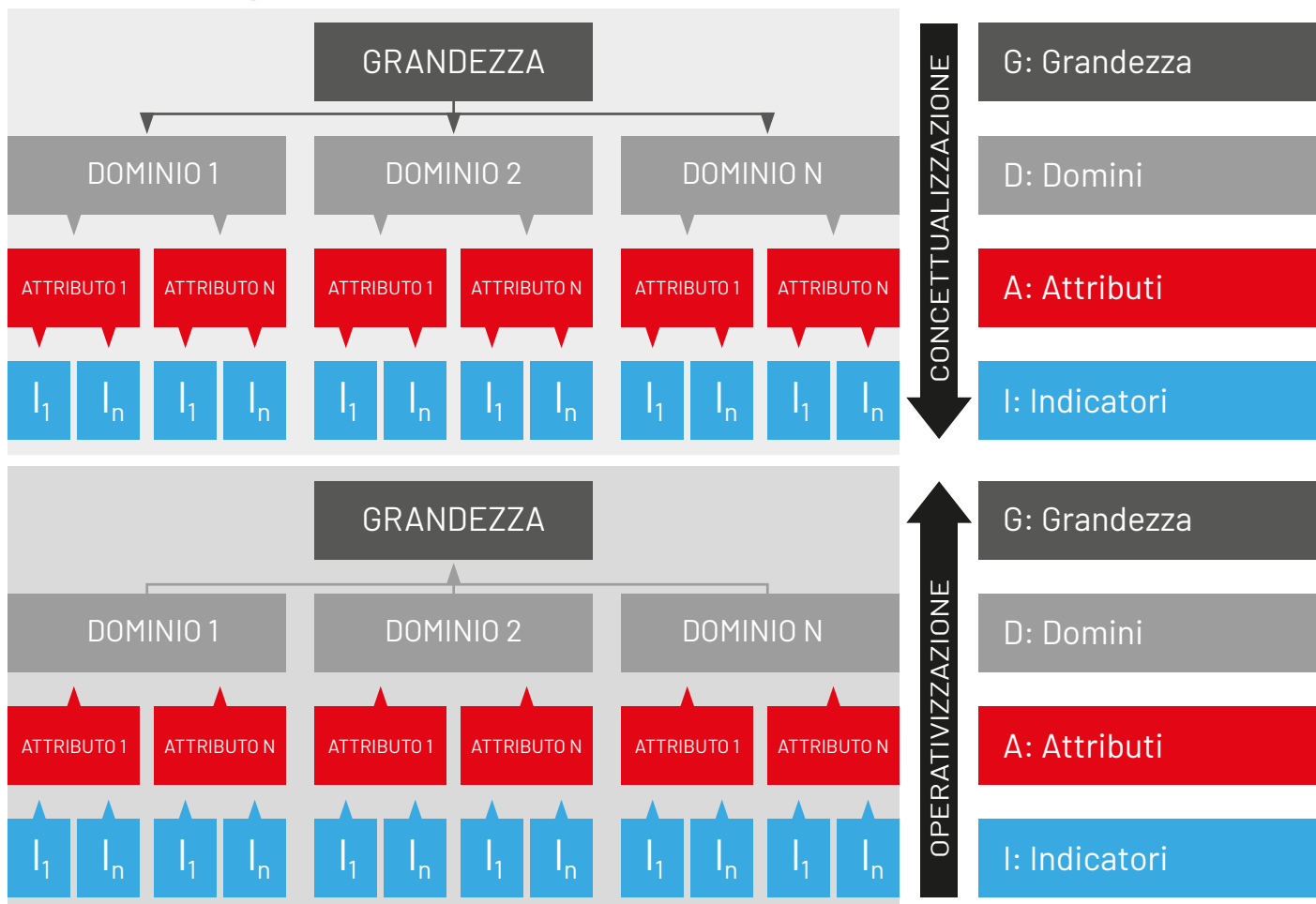
Per il calcolo di IVI si utilizza la procedura QUEST (Quantitative Estimator) che permette una stima quantitativa di grandezze concettuali. Essa permette quindi di attribuire alla vulnerabilità individuale un valore numerico.

Per una descrizione completa del Metodo EVIL, della procedura QUEST e dell'algoritmo che si utilizza per stimare l'indice di una qualsiasi grandezza concettuale si rimanda al report A32\_LG5 e alla sua Appendice.

Lo schema della procedura QUEST prevede due fasi (Figura 4.2.2):

- Una prima fase di "concettualizzazione" dove si sviluppa un'analisi di tipo prevalentemente semantico attraverso la quale la grandezza concettuale viene disarticolata in concetti sempre più elementari fino a giungere al concetto di indicatore, la cui caratteristica essenziale è la possibilità di essere quantificato, diventando,

## PROCEDURA QUEST



> **Figura 4.2.2**  
Schema della procedura QUEST (Fonte: CAMILab).

cioè, una variabile alla quale può essere attribuito un valore numerico, sulla base di dati disponibili o facilmente misurabili o valutabili.

- Una seconda fase di "operativizzazione", nella quale una volta effettuata l'attribuzione di un valore numerico a tutti gli indicatori, si risale dal valore degli indicatori a quello dell'indice di interesse, calcolando in successione il valore delle diverse entità utilizzate per schematizzare in fase di concettualizzazione la grandezza concettuale considerata.

Il modello EVIL, segue lo schema della procedura QUEST, ed è concettualmente strutturato in:

- Grandezza concettuale;
- Domini;
- Attributi;
- Indicatori.

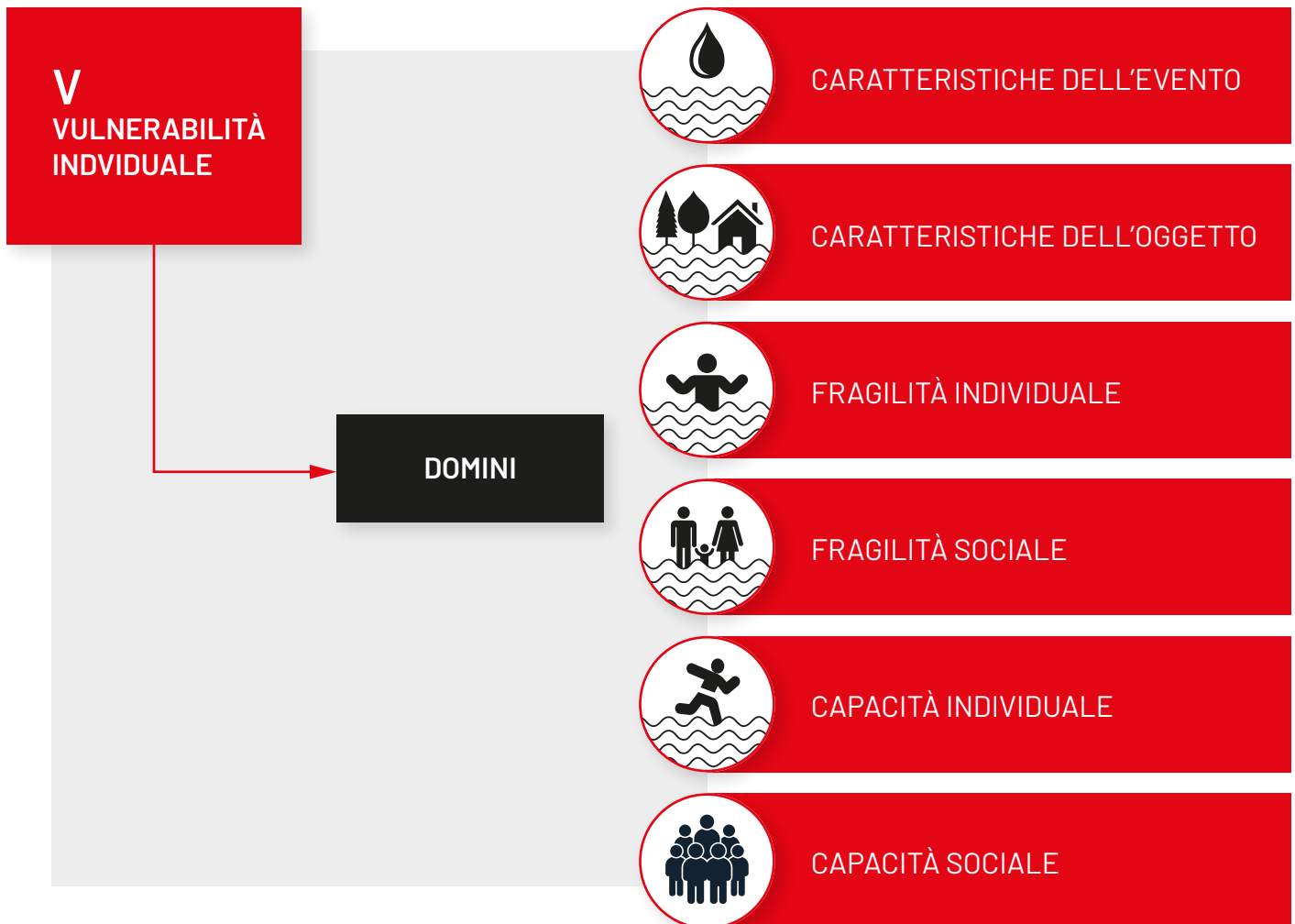
La grandezza concettuale è la vulnerabilità individuale, suddivisa in sei domini (Figura 4.2.3):

- Caratteristiche dell'evento;
- Caratteristiche dell'oggetto;
- Fragilità (o suscettività) individuale;
- Fragilità (o suscettività) sociale;
- Capacità individuale;
- Capacità sociale.

I primi due domini descrivono il contesto fisico ambientale che inquadra lo scenario, caratterizzando l'evento atteso e l'oggetto potenzialmente interessato dall'evento, definendo, in particolare, l'intensità o la magnitudo del primo e la sicurezza offerta dal secondo. Con il termine fragilità si considerano tutte quelle caratteristiche che rendono un individuo più debole e meno adatto a fronteggiare l'evento. La fragilità, pertanto, comprende le caratteristiche che rendono la persona più vulnerabile.

La capacità, al contrario, è l'insieme di tutte quelle caratteristiche che rendono un individuo più forte e più adatto a fronteggiare l'evento alluvionale o franoso. La capacità, pertanto, comprende le caratteristiche che rendono la persona meno vulnerabile.

Per determinare fragilità e capacità, EVIL distingue un dominio individuale e uno sociale. Il primo attiene alle caratteristiche proprie di una persona (età, salute, cultura, preparazione, ecc.). Il secondo tiene conto dell'individuo inserito in un contesto più ampio (composizione del nucleo familiare, benessere o degrado della comunità in cui vive, efficienza o inadeguatezza dell'organizzazione sociale, esistenza ed effica-



> **Figura 4.2.3**  
Domini della Vulnerabilità individuale  
(Fonte: CAMILab).

cia del sistema di protezione civile, ecc.). Per ciascuno dei sei domini sono stati individuati gli attributi ad ognuno dei quali sono stati assegnati gli indicatori. Gli attributi dei domini, ad eccezione dei primi due domini ("Caratteristiche dell'evento" e "Caratteristiche dell'oggetto") rimangono gli stessi, che si valuti la vulnerabilità individuale per le alluvioni o che lo si faccia per le frane (Tabella 4.2.1). Il metodo EVIL per il calcolo dell'Indice di Vulnerabilità Individuale prevede lo sviluppo dei seguenti punti per la descrizione dettagliata dei quali si rimanda al report A32\_LG5:

1. stima degli indicatori;
2. assegnazione di un indice di rilevanza agli indicatori compresi in un singolo attributo, da ripetere per tutti gli attributi;
3. valutazione degli attributi;
4. assegnazione di un indice di rilevanza agli attributi compresi in un singolo dominio, da ripetere per tutti i domini;
5. valutazione dei domini;
6. valutazione quantitativa della Vulnerabilità individuale attraverso la stima di un opportuno Indice.

Il metodo EVIL può essere svolto a tre livelli

di analisi, che partendo da quello più dettagliato sono:

- livello III, che sviluppa nel modo più completo la procedura, considerando tutti i domini, gli attributi e gli indicatori, ritenuti utili;
- livello II, che è una procedura semplificata che considera solo alcuni domini, attributi e indicatori, scelti in base alla loro rilevanza e alla facilità di reperimento dei dati;
- livello I, che si limita a individuare i Punti ad Altissima Vulnerabilità, quelli sensibili e quelli strategici più importanti.

Per la stima dei diversi indicatori si può fare ricorso a diverse tipologie di dati, che in alcuni casi richiedono la semplice consultazione di banche dati esistenti, in altri lo sviluppo di attività di consultazione e interpretazione di documenti esistenti, in altri ancora lo sviluppo di indagini e di studi ad hoc e, infine la valutazione sostanzialmente euristica da parte di esperti che comunque devono considerare la documentazione esistente.

#### Stima dell'Indice di Affollamento

La procedura messa a punto per definire gli elementi a rischio o esposti prevede la stima

<b>Domini</b>	<b>Attributi</b>	<b>Indicatori</b>
1. CARATTERISTICHE DELL'EVENTO (alluvioni)	Intensità dell'evento	Velocità della corrente Altezza idrica Presenza di detriti
	Rapidità del fenomeno	Velocità di risalita del livello idrico
	Trasporto	Trasporto di ingombranti
2. CARATTERISTICHE DELL'OGGETTO (alluvioni)	Quota	Livello dell'edificio
	Solidità dell'edificio	Tipologia strutturale Stato di conservazione Anno di costruzione
1. CARATTERISTICHE DELL'EVENTO (frane)	Probabilità di accadimento	Stato di attività
	Rapidità del fenomeno	Velocità delle frane
	Intensità/severità geometrica del fenomeno	Diametro dei blocchi Spessore Profondità
2. CARATTERISTICHE DELL'OGGETTO (frane)	Solidità dell'edificio	Tipologia strutturale Stato di conservazione Anno di costruzione
	Presenza di punti critici	Presenza di punti critici in un certo raggio
3. FRAGILITÀ INDIVIDUALE	Età	Popolazione dai 0 ai 10 anni Popolazione dai 65 anni e più
	Livello di istruzione e di comprensione linguistica	Persone con almeno la licenza media Stranieri residenti
	Lavoro	Popolazione residente disoccupata e in cerca di occupazione Popolazione residente pendolare
	Condizioni fisiche	Disabili Persone con almeno una malattia
4. FRAGILITÀ SOCIALE	Famiglia	Famiglie con cinque componenti Famiglie con più di cinque componenti Famiglie in alloggi di proprietà Nuclei mono-genitore
5. CAPACITÀ INDIVIDUALE	Percezione e consapevolezza del rischio	Superfici esposte a rischio idraulico ed idrogeologico Edifici ad uso residenziale Edifici ad uso produttivo, commerciale, direzionale/terziario, turistico, servizi, altro
	Preparazione	Iniziative di formazione Eventuali esercitazioni effettuate negli ultimi 5 anni

Domini	Attributi	Indicatori
6. CAPACITÀ SOCIALE	Pianificazione di protezione civile	Presenza o assenza del Piano di Protezione Civile Ultimo aggiornamento del Piano di Protezione Civile Aree e strutture di emergenza
	Sistema di allertamento	Presenza o assenza del Sistema di allertamento Ultimo aggiornamento del Sistema di allertamento Rete locale di monitoraggio
	Rifugi e vie di fuga	Numero di piani Lunghezza delle vie di fuga Pendenza media delle vie di fuga Larghezza media delle vie di fuga
	Risorse umane	Presidio territoriale Volontari Strutture tecniche Altro personale coinvolto nella gestione emergenza
	Soccorso	Estensione dell'area coinvolta Grado di urbanizzazione Materiali e mezzi

> **Tabella 4.2.1**  
Domini, attributi e indicatori della Vulnerabilità individuale.

dell'Indice di Affollamento (IF). Si tratta di un coefficiente in grado di tener conto della popolazione presente nelle aree a rischio al momento dell'evento. La stima degli esposti può essere effettuata con diversi metodi:

1. valutazione dell'Indice di Affollamento nelle abitazioni: che considera gli edifici e che può essere effettuata facendo riferimento alla Popolazione residente o al numero di componenti della famiglia per metro quadrato o alla quota percentuale di specifiche abitazioni occupate rispetto a quelle totali;
2. valutazione dell'Indice di Affollamento in generale: che non considera una categoria di oggetti specifica e che può essere effettuata facendo riferimento alla Popolazione Presente in un determinato Comune che è costituita dalla somma della Popolazione Presente Residente e della Popolazione Presente Non Residente.

Per la descrizione dettagliata dei metodi di stima degli esposti si rimanda al report A32\_LG5.

#### Stima dell'indice di danno o rischio

Combinando l'indice di vulnerabilità con l'Indice di Affollamento, dato dal numero di persone presenti nell'oggetto, si ottiene l'indice di rischio per l'incolumità delle persone. In particolare, considerando i livelli di analisi 2

e 3, si può ipotizzare una suddivisione dell'indice di vulnerabilità in classi, per esempio:

- V1 (Vulnerabilità moderata);
- V2 (Vulnerabilità media);
- V3 (Vulnerabilità elevata).

Anche il numero di occupanti di ciascun oggetto può essere discretizzato in classi, per esempio:

- IF1 – Affollamento modesto: 0 – 5 persone;
- IF2 – Affollamento medio: 6 – 10 persone;
- IF3 – Affollamento elevato: 11 – 15 persone;
- IF4 – Affollamento molto elevato: >15 persone.

Una volta definite le classi di vulnerabilità e di affollamento si calcola l'indice di rischio per l'incolumità delle persone (IRIP) secondo la matrice riportata nella Tabella 4.2.2.

A livello 1 per la stima dell'indice di rischio per le persone si considerano solo i Punti ad Altissima Vulnerabilità (PAV) e quindi la valutazione sia dell'affollamento che del rischio hanno come riferimento tali punti.

#### Scenario di rischio per le persone – livello 1

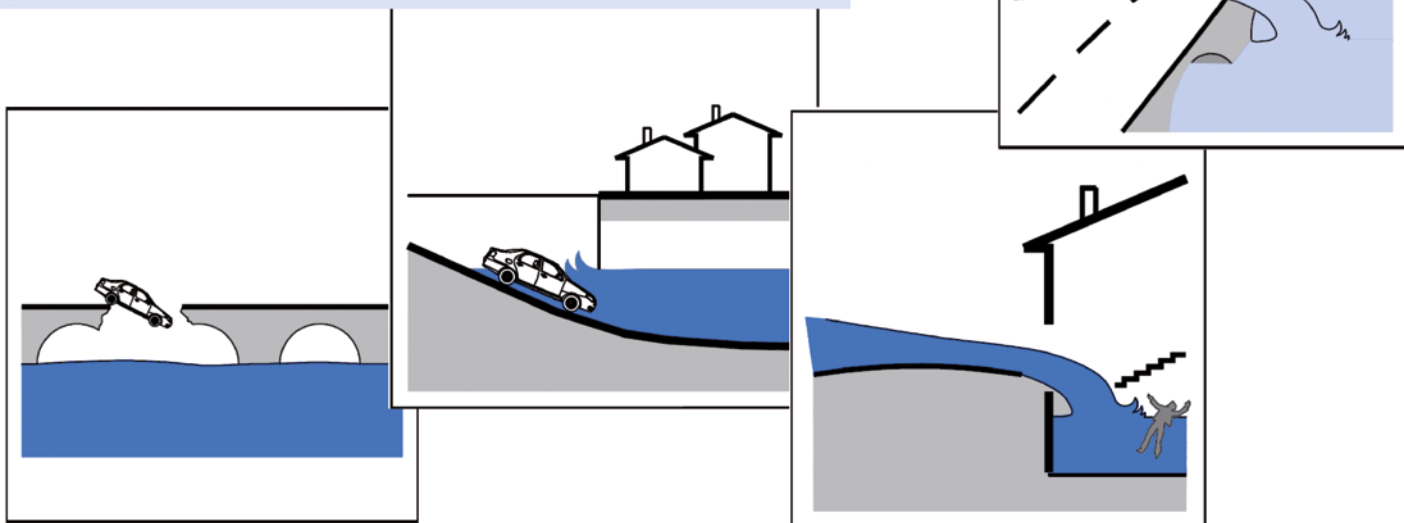
##### *Gli oggetti considerati*

Il livello 1 prende in considerazione gli oggetti nei quali la vulnerabilità delle persone è particolarmente elevata, ovvero i PAV-Punti ad

## Approccio semplificato (livello 1)

### Punti ad altissima vulnerabilità (PAV)

Luoghi nei quali, in caso di evento, è molto elevata la probabilità che una persona possa subire danni.



> **Figura 4.2.4**  
Esempi di PAV per uno scenario alluvionale (Fonte: CAMILab).

Altissima Vulnerabilità (Tabella 4.2.3). Per la descrizione di dettaglio dei PAV si rimanda al report A41\_LG1 (Paragrafo 4.3).

Nella Figura 4.2.4 sono riportati alcuni esempi di PAV per lo scenario alluvionale dai quali si evidenzia come tali punti costituiscano luoghi dove, in caso di un evento, la probabilità che una persona possa subire danni, anche letali, è molto elevata. Particolare attenzione va posta ai sottopassi dove la rapida risalita del livello idrico può innescare situazioni di grave pericolo per gli occupanti dei veicoli in transito. Questi ricadono dunque tra le infrastrutture più vulnerabili per piogge intense, indipendentemente dallo scenario di inondazione poiché, pur trovandosi a distanza notevole dal reticolo idrografico principale e secondario, possono comunque riempirsi rapidamente per effetto delle acque zenitali, intrappolando chi si trova a transitare.

Al primo livello vengono anche considerate le principali strutture sensibili (Tabella 4.2.4) e strategiche (Tabella 4.2.5) individuate negli elenchi A e B allegati al D.P.C.M. del 21 ottobre 2003 (Disposizioni attuative dell'art.2, commi 2, 3 e 4, dell'O.P.C.M. del 20 marzo 2003).

Le strutture sensibili sono gli edifici e le opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Le strutture strategiche sono gli edifici e le opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

I PAV e gli elementi strategici e sensibili, in particolare di quelli che ricadono all'interno delle Aree vulnerabili (aree potenzialmente interessate da alluvioni o frane), riportate nelle Carte degli scenari di evento, saranno oggetto di una ricognizione sul territorio comunale tramite sopralluoghi mirati e finalizzati alla loro censimento e schedatura. Per le schede dei PAV rimanda al report A41\_LG1 (Paragrafo 4.3).

#### *La stima della vulnerabilità individuale*

Al livello 1, considerando esclusivamente i PAV, non si esaminano gli oggetti per i quali la vulnerabilità delle persone è moderata o bassa, proprio perché la procedura intende evidenziare le situazioni dove il danno alle persone è potenzialmente più elevato.

I PAV possono essere considerati come appartenenti ad un'unica classe di vulnerabilità, oppure essere raggruppati in due classi caratterizzate da una vulnerabilità crescente (alta o elevata), per evidenziare eventuali punti con caratteristiche particolarmente negative per la sicurezza delle persone, quali ad esempio locali interrati abitati da persone con limitata autonomia.

#### *La stima dell'indice di rischio*

Anche per il livello 1 il calcolo dell'indice di rischio per le persone si esegue incrociando la vulnerabilità relativa al singolo oggetto con un Indice di Affollamento espresso, in modo qualitativo,

	V1	V2	V3
IF1	IRIP1	IRIP1	IRIP2
IF2	IRIP1	IRIP2	IRIP3
IF3	IRIP2	IRIP3	IRIP4
IF4	IRIP3	IRIP4	IRIP4

> **Tabella 4.2.2**

Matrice per il calcolo dell'indice di rischio (V-Vulnerabilità; IF-Indice di Affollamento; IRIP-Indice di Rischio per l'Incolunità delle Persone).

**OGGETTI: PAV**

Sottopassi pedonali	Scuole di ogni ordine e grado pubbliche e private
Sottopassi carrabili	Strutture sanitarie quali ospedali e cliniche pubbliche e private
Edifici con piano terra abitato	Strutture socio-assistenziali per persone con limitata capacità di movimento
Edifici con piano seminterrato abitato	Baraccopoli
Tratti di strada e spazi aperti in cui la velocità della corrente può assumere valori elevati tanto da trascinare le persone	Campi nomadi
Edifici fatiscenti quindi incapaci di reggere l'impatto di una piena o di una frana	Aree di accoglienza migranti

> **Tabella 4.2.3**  
Punti ad Altissima Vulnerabilità.

utilizzando in questo caso tre classi (modesto, medio, elevato). È da osservare che la carta di scenario di rischio non considera la pericolosità dell'evento perché, come già accennato, essendo riferita ad un singolo e specifico evento (quello definito dallo scenario) si può ritenere pari ad 1. La carta degli scenari di rischio riproduce i danni che si avrebbero per quell'evento e quindi è anche la carta di scenario del danno. Se gli oggetti sono suddivisi in due classi di vulnerabilità la valutazione del rischio per le persone relativo all'oggetto considerato si ricava dalla matrice in Tabella 4.2.6. Se invece

non si ritiene opportuna la divisione in classi e tutti gli oggetti si considerano ad elevata vulnerabilità, allora le classi di rischio si riducono a quelle indicate in Tabella 4.2.7. Nella Carta degli scenari di rischio si dovrà effettuare una mappatura dei PAV e di punti sensibili e strategici (Figura 4.2.5).

**4.2.3.2 - Casi di studio**

Le procedure per la costruzione al primo livello di scenari di evento e di scenari di rischio, sia per le alluvioni che per le frane, sono state ap-



## OGGETTI: STRUTTURE SENSIBILI

Sale congressi	Università
Palazzi dello sport	Parcheeggi di grandi dimensioni
Centri commerciali/attività commerciali ospitanti un gran numero di persone	Impianti chimico-industriali
Centri di aggregazione per anziani	Dighe
Centri ricreativi per bambini	

> **Tabella 4.2.4**  
Elementi sensibili.

## OGGETTI: STRUTTURE STRATEGICHE

Municipio	Sedi di associazioni di volontariato
Sede COC/COI	Farmacie
Sede alternativa COC/COI	Ambulatori sanitari
Sede COM (eventuale)	Sede Croce Rossa Italiana
Sedi individuate in fase di pianificazione come nazionali per la gestione dell'emergenza	Infrastrutture di Accessibilità ai siti individuati come aree di attesa e ricovero
Polizia	Infrastrutture di Connessione interna ai siti
Carabinieri	Stazione ferroviaria
Caserme dei Vigili del Fuoco	Autostazione
Caserme militari	

> **Tabella 4.2.5**  
Elementi strategici.

plicate per 12 Comuni identificati come casi di studio nelle Regioni interessate dal Programma PON.

I casi di studio vengono descritti negli allegati al report A32\_LG4 - "Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici". Per l'elenco completo si rimanda al Paragrafo 4.1.

### 4.2.3.3 - Prodotti attività di affiancamento alle Regioni

Nell'ambito delle attività B di affiancamento

sono stati redatti per le Regioni Calabria e Puglia, documenti (B32CAL\_LG1, B32CAL\_RT2 e B32PUG\_RT1) in cui vengono esplicitati i criteri per l'utilizzo dei prodotti realizzati per la definizione degli scenari di rischio per le persone ai fini dell'aggiornamento delle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile.

### 4.2.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

I metodi identificati per la costruzione degli scenari di rischio per le persone trovano un ri-

Danno e Rischio		Vulnerabilità	
		Alta	Elevata
Affollamento	Modesto	Alto	Alto
	Medio	Alto	MOLTO ALTO
	Elevato	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO

> **Tabella 4.2.6**  
Matrice per il calcolo dell'indice di rischio nel caso di due classi di vulnerabilità.

Danno e Rischio		Vulnerabilità	
		Elevata	
Affollamento	Modesto	Alto	
	Medio	MOLTO ALTO	
	Elevato	MOLTO ALTO	

> **Tabella 4.2.7**  
Matrice per il calcolo dell'indice di rischio nel caso di un'unica classe di vulnerabilità.

ferimento nelle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile della Regione Calabria e della Regione Puglia e sono stati oggetto di una deliberazione dirigenziale di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON da parte della Regione Siciliana (vedi Allegato 1).

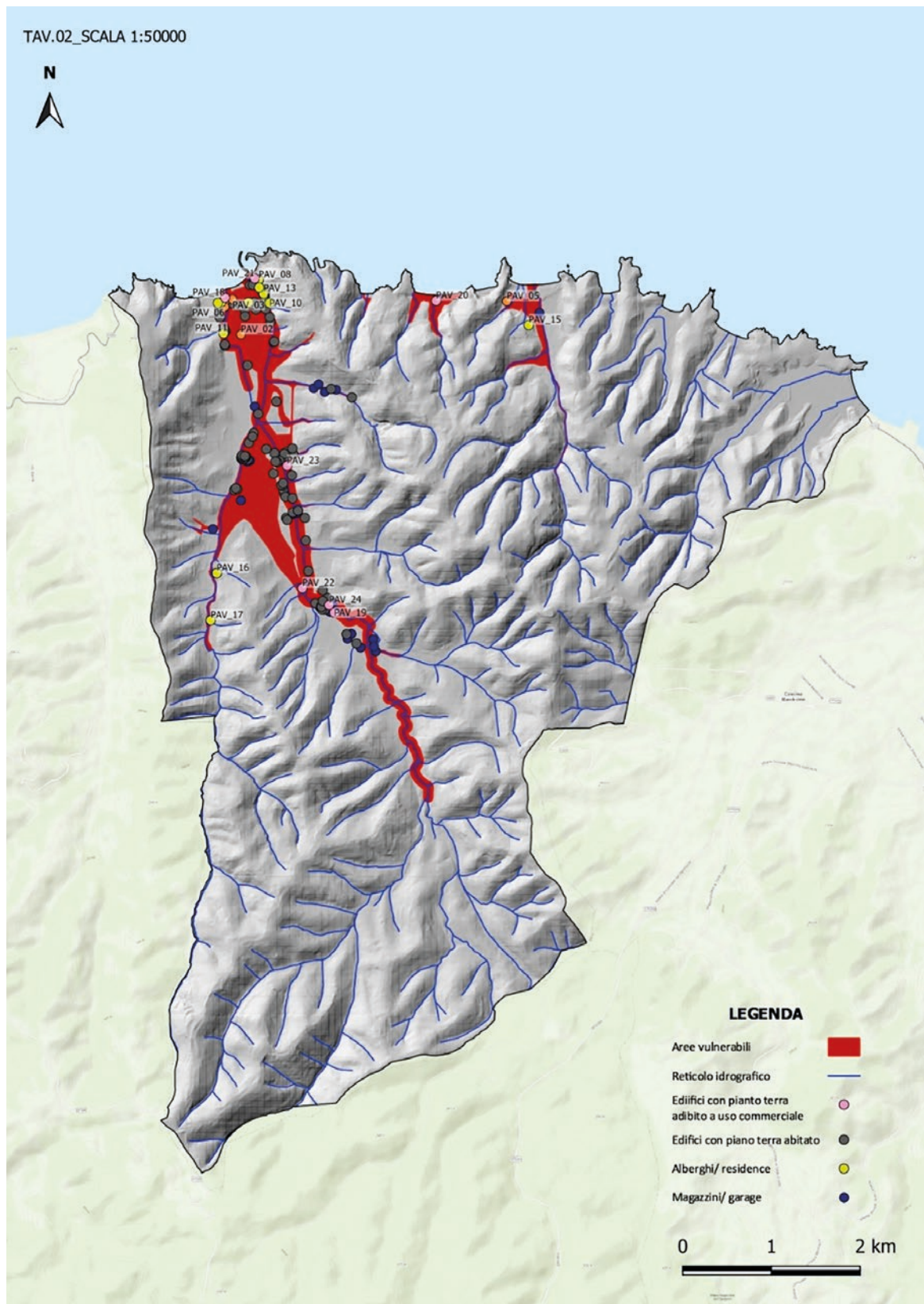
### 4.3 - PUNTI CRITICI DEL TERRITORIO

#### 4.3.1 - L'identificazione e la schedatura dei punti critici del territorio

L'elaborazione degli scenari di evento e di rischio, l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione nonché l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico

> **Figura 4.2.5**

Carta degli scenari di rischio di livello 1 - Comune di Peschici (FG); per la carta degli scenari di evento dello stesso Comune di veda la Figura 4.1.2 (Fonte: CAMILab).



e idraulico sono esplicitamente citati dalla Direttiva PCM del 27 febbraio 2004, concernente gli "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", dal D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010, inerente l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla

gestione dei rischi di alluvioni e dal Direttiva PCM del 30 aprile 2021 ("Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali"). Quest'ultima Direttiva, al Paragrafo 2.4.2, punto f) dell'Allegato tecnico, indica in maniera specifica che l'attività del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico deve riguardare i punti critici e i punti di osservazione.

Nei Paragrafi 4.1 e 4.2 sono stati descritti i criteri per l'elaborazione degli scenari di evento e degli scenari di rischio che sono fondamentali per l'individuazione sul territorio di alcuni punti o zone circoscritte (punti critici, punti di osservazione, punti di intervento, Punti ad Altissima Vulnerabilità) ove è necessario svolgere azioni di monitoraggio e/o di prevenzione; Nel presente paragrafo vengono invece descritti i metodi per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione che devono essere oggetto dell'attività del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico (vedi Paragrafo 4.4).

#### **4.3.2 - Attività svolte**

La stesura di Linee guida per la costruzione di scenari di evento e di Linee guida per la costruzione di scenari di rischio si inquadra all'interno dell'azione A32 "Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio" afferente alla fase generale 3 "Analisi ed eventuale aggiornamento dei Piani di Protezione Civile comunali, intercomunali, sovracomunali e regionali" della Linea A di intervento.

La stesura di Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione e di Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico si inquadra invece nell'azione A41 "Miglioramento della risposta in caso di evento: attivazione/potenziamento presidi territoriali idraulici e geologici" afferente alla fase generale 4 "Valutazione operatività del sistema di risposta in caso di emergenza" della Linea A di intervento.

Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A32 e A41 sono state svolte dal CAMILab-Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrologica dell'Università della Calabria.

Le attività metodologiche si sono concentrate sulla classificazione e caratterizzazione dei punti singolari su cui realizzare l'attività di monitoraggio in caso di eventi temuti o in atto e/o le attività di sopralluogo periodico per monito-

rare lo stato della criticità (Presidio territoriale-Paragrafo 4.4). Tali punti sono riportati sulla Carta dello Scenario di Evento (Paragrafo 4.1), in cui sono indicate altresì le aree vulnerabili, ovvero aree che possono essere interessate da fenomeni di allagamento e/o di frana e sulla Carta dello Scenario di Rischio (Paragrafo 4.2). Nell'ambito delle attività B di affiancamento alle Regioni sono state prodotte analisi specifiche finalizzate ad individuare punti critici per le attività del Presidio territoriale idraulico.

#### **4.3.3 - Prodotti realizzati**

##### **4.3.3.1 - Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione**

Nelle Linee guida (report A41\_LG1) si è provveduto alla classificazione e caratterizzazione dei punti singolari che possono essere censiti e catalogati nel seguente modo:

- punti critici;
- punti di osservazione strumentale o diretta;
- punti di intervento;
- Punti ad Altissima Vulnerabilità.

I punti critici, indicano le zone circoscritte che necessitano di monitoraggio sul posto; in tali zone, a seguito dell'evento, si possono anche creare situazioni di pericolo per la pubblica e privata incolumità. Tra i punti critici rientrano inoltre quei punti in cui sono da temere fenomeni localizzati, connessi a situazioni specifiche (cantieri, discariche, fonti inquinanti, vegetazione in alveo, ecc.) che possano determinare un aumento delle condizioni di rischio.

Sono state inoltre redatte Linee guida per la redazione di carte dei punti critici idraulici (report A32\_LG2) sviluppando, con riferimento al rischio alluvionale, una metodologia di analisi per individuare i punti di maggiore criticità presenti sul territorio.

L'individuazione dei punti critici riguarda sia le aree identificate come vulnerabili (perimetrate come soggette a pericolosità da alluvione nelle carte del PAI e/o del PGRA) nelle ana-

## SCENARIO DI EVENTO IDRAULICO – TIPOLOGIA DI PUNTI CRITICI

Fitta vegetazione in alveo	Argine rotto o danneggiato
Fenomeni erosivi in alveo	Arginatura discontinua
Discariche in alveo	Arginatura mancante
Attraversamenti a raso	Sponde non protette potenzialmente erodibili
Tratti di alveo sovralluvionato (Figura 4.3.1)	Opere di sistemazione incomplete
Tratti di alveo pensile	Zone con cantieri attivi
Strette che possono generare rigurgiti (Figura 4.3.2)	Punti di possibile esondazione e/o rottura
Zone di possibile ostruzione	Tratto tombato
Arginatura con altezza diseguale	Zone potenzialmente interessate da fontanazzi
Argine con altezza insufficiente	

> **Tabella 4.3.1**  
**Tipologia di punti critici per uno scenario di evento alluvionale.**

lisi condotte per la costruzione degli scenari di evento (vedi rapporto A32\_LG4), sia quelle esterne a tali aree, che potrebbero, in parte, risultare non vulnerabili solo perché non indagate. Nelle aree non perimetrare dai PAI/PGRA un utile supporto alla individuazione dei punti critici è fornito dalle mappe di suscettibilità da alluvione (Paragrafo 3.2).

Nel caso di uno scenario di evento di natura idraulica le tipologie di punti critici sono riportate nella Tabella 4.3.1.

Relativamente agli scenari di evento alluvionali vi sono situazioni particolari legate a specifiche condizioni morfologiche del territorio, quali quelle tipiche di Regioni come la Puglia, dove sono presenti morfologie di tipo carsico. In questi casi si possono infatti individuare altri punti critici come:

1. gravine (corsi d'acqua in ambiente carsico e corsi d'acqua di tipo endoreico);
2. doline (forme in ambiente carsico e corsi d'acqua di tipo endoreico);
3. inghiottitoi (forme in ambiente carsico e corsi d'acqua di tipo endoreico);
4. lame (corsi d'acqua in ambiente carsico);
5. aree depresse in cui si possono manifestare fenomeni di ristagno idrico legato

ad eventi pluviometrici (forme in ambiente carsico);

6. voragini (forme di tipo endoreico);

7. pozzi di crollo (forme di tipo endoreico).

Nel caso di aree soggette a frana, per definire i punti critici è necessario censire in condizioni ordinarie (prima dell'emergenza) i movimenti franosi presenti sul territorio, perimetrandone l'area potenzialmente interessata dal movimento includendo le zone di innesco, le zone di propagazione e le zone di deposito. Possibili punti critici per uno scenario di evento da frana sono riportati in Tabella 4.3.2:

Nelle Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento (report A32\_LG1), a cui si è fatto cenno nel Paragrafo 4.1, vengono definite 10 tipologie di scenario di evento per ognuna delle quali vengono indicati i punti critici corrispondenti, estratti tra quelli individuati nelle Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione (report A41\_LG1). I punti di osservazione sono quelli dove effettuare i controlli in condizioni di sicurezza. Si trovano in prossimità del punto critico e possono essere distinti in due categorie:

- punti di osservazione strumentale;
- punti di osservazione diretta o visiva.



> **Figura 4.3.1**  
Tratti di alveo sovralluvionato (Fonte: CAMILab).

Nel primo caso si tratta di strumenti che non operano in telemisura e quindi richiedono una lettura in situ come inclinometri, piezometri, distanziometri, idrometri, tensiometri, aste idrometriche ecc. (Figura 4.3.3)

Nel secondo caso si tratta di punti dai quali è possibile osservare, in condizioni di sicurezza, l'evolvere del fenomeno attraverso una visione panoramica o mirata dell'area d'interesse, oppure con l'utilizzo di dispositivi di monitoraggio puntuale e "temporaneo" (per la valutazione degli spostamenti superficiali mediante l'installazione di stazioni topografiche totali, di dispositivi radar o laser o di punti ubicati in zone sicure nei quali è possibile la valutazione, anche con attrezzature portatili, di grandezze non altrimenti monitorate, quali, ad esempio, il livello idrico di un corso d'acqua o il tasso di movimento di una frana o lo stato di fratture già note o lo stato d'imbibizione di una coltre, ecc.). In tutti i casi il punto di osservazione deve essere corredato dal tracciato di almeno un percorso in totale sicurezza o che comunque consenta di raggiungere agevolmente e in tempi brevissimi zone sicure. È opportuno, laddove possibile, individuare punti di osservazione che consentano di monitorare più punti critici. Per ognuno dei punti

di osservazione devono essere indicate le attività da svolgere durante i sopralluoghi, così da avere un'informazione oggettiva e puntuale su quanto osservato.

Per garantire la massima sicurezza ai presidianti il punto di osservazione deve trovarsi in una posizione tale da essere situato all'esterno delle aree vulnerabili ed essere raggiungibile con percorsi esterni a tali aree.

A ragion veduta si può derogare da tale criterio, qualora la dinamica del fenomeno atteso sia tale da consentire il rapido allontanamento, il tratto a rischio sia breve (non più di 200 m), percorribile agevolmente in pochissimi minuti (non più di 2 o 3) e i presidianti siano esperti. Qualora il punto di osservazione a rischio consenta una visione ottimale di uno o più punti critici da una distanza ridotta si può utilizzare tale osservatorio durante il periodo ordinario e ricorrere, durante l'allertamento, ad altri punti meno favorevoli per l'osservazione ma più sicuri per i presidianti.

Naturalmente non tutti i punti critici possono essere controllati in sicurezza e quindi è da prevedere che vi siano punti critici "non osservabili". Su questi ultimi sarà necessario procedere, con la necessaria gradualità, alla realizzazione di strumenti e/o sistemi di mo-

## SCENARIO DI EVENTO FRANOSO - PUNTI CRITICI

Lesioni, dissesti o rigonfiamenti delle opere di sostegno o di contenimento	Nicchie di distacco
Lesioni o dissesti nelle opere di drenaggio	Ruscellamento superficiale
Occlusioni nel sistema di drenaggio	Erosioni incanalate
Lesioni o dissesti nel corpo stradale	Zone di ristagno e di infiltrazione
Fessure in edifici o infrastrutture	Sorgenti e scaturigini
Fratture nel terreno	

### > Tabella 4.3.2 Punti critici possibili per uno scenario di evento franoso.

nitoreggio a distanza, attraverso telecamere, sensori areali o puntuali e altri strumenti tecnologici utili allo scopo.

I punti critici e i punti di osservazione sono riportati tutti sulla Carta dello Scenario di Evento insieme alle aree vulnerabili (inondabili o franabili), inclusi i punti non osservabili che possono essere, comunque, utili per localizzare i punti di innesco dell'evento avverso. Per i dettagli della costruzione degli scenari di evento si rimanda al prodotto A32\_LG4 - "Linee guida per la costruzione degli scenari di evento" (Paragrafo 4.1).

I percorsi per raggiungere i punti di osservazione sono riportati sulla Carta degli itinerari di Presidio e per ognuno di essi devono essere indicati:

- il punto di partenza, che deve essere in una zona non vulnerabile e non deve restare isolato durante l'evento;
- il punto di arrivo che coincide con un punto di osservazione.

Per ogni percorso deve essere stimato il tempo di percorrenza in condizioni atmosferiche avverse e il tempo necessario per sviluppare la prevista attività osservazionale.

I diversi percorsi devono essere raggruppati in uno o più itinerari, in base al collegamento tra i punti di partenza e al tempo complessivo per percorrenza e osservazione. La durata ottimale di percorrenza di un itinerario è di circa 45 minuti ma in ogni caso deve essere commisurata al tempo di evoluzione del fenome-

no, in modo da rendere effettivamente utile il monitoraggio da parte del presidio. La carta degli itinerari deve essere aggiornata con cadenza semestrale o subito dopo che si sono verificati eventi che potrebbero avere modificato lo stato dei luoghi di interesse.

I punti di intervento sono quelli dove, identificate possibili criticità, è necessario programmare e attuare interventi di somma urgenza in corso di evento per attenuare l'impatto del fenomeno in atto. A titolo di esempio rientrano tra questi interventi la rimozione del materiale che ostruisce le luci di un ponte o un'altra strettoia artificiale o naturale, l'apertura di una via alternativa al deflusso della corrente, il rafforzamento di argini con gabbioni a sacco o con sacchetti di sabbia, la chiusura e il confinamento di fontanazzi, la rimozione del materiale che ostruisce le vie di fuga, la realizzazione di opere provvisorie per il contenimento di fenomeni franosi, gli interventi per la rimozione di ristagni idrici sui corpi di frana. Queste sono solo alcune delle numerose fattispecie che possono essere adottate in corso di evento e che, qualora possibile, dovrebbero essere indicate sulla Carta di scenario di evento.

Alcuni dei possibili interventi provvisori sono riportati nella Tabella 4.3.3.

I Punti ad Altissima Vulnerabilità (PAV) sono gli oggetti (edifici, spazi aperti) nei quali la vulnerabilità delle persone è particolarmente elevata in ragione della intensità dei fenomeni, delle caratteristiche dei luoghi, della con-

> **Figura 4.3.2**  
Stretteie che possono generare rigurgiti (Fonte: CAMILab).



> **Figura 4.3.3**  
Punti di osservazione strumentale: asta idrometrica (Fonte: CAMILab).





## Intervento

1. Rimozione fango e/o materiale di risulta delle piene
2. Rimozione obbligatoria delle ostruzioni da crollo presso ponti, alvei e strettoie in generale
3. Apertura di vie alternative per il deflusso delle acque

1. Difesa dal sormonto
2. Sopraelevamenti rimovibili:
  - sacchi di sabbia
  - movimentazione di materiale terroso

1. Difesa dall'erosione
2. Protezione di sponda:
  - sacchi di sabbia
  - teloni zavorrati
  - alberi zavorrati

1. Drenaggi di fortuna in corpi di frana
2. Deviazione acque superficiali in corrispondenza di un corpo frana (Figura 4.3.4)

## Fenomeno

Possibile rigurgito da ostruzioni di strettoie naturali o artificiali

Possibile tracimazione e/o sormonto di rilevati arginali

Possibile cedimento di rilevati arginali danneggiati o soggetti a sifonamento

Possibile innesco di frane

### > **Tabella 4.3.3** Possibili interventi di somma urgenza.

centrazione e delle caratteristiche delle persone stesse (Tabella 4.3.4).

Particolare attenzione va posta ai sottopassi (Figura 4.3.5) dove la rapida risalita del livello idrico può innescare situazioni di grave pericolo per gli occupanti dei veicoli in transito. Questi ricadono dunque tra le infrastrutture più vulnerabili dalle piogge intense, indipendentemente dallo scenario di inondazione poiché, pur trovandosi a distanza notevole dal reticolo idrografico principale e secondario, possono comunque riempirsi rapidamente per effetto delle acque zenitali, intrappolando chi si trova a transitare.

#### 4.3.3.2 - Schede dei punti singoli

Per ciascuno dei punti singoli indicati sulle carte degli scenari di evento e di rischio sono state predisposte apposite schede (report A41\_LG2\_ALLEGATO 2 - "Schede dei punti singoli"). Una scheda monografica e, laddove necessario, una scheda sopralluogo, in tempo ordinario e in allertamento:

- **SCHEDA A:** Scheda monografica del punto critico. Scheda da compilare in fase di rilevamento del punto critico e da allegarsi allo scenario di evento. Sulla scheda è riportato un elenco sintetico di punti critici. È comunque previsto uno spazio per la descri-

zione di eventuali punti critici non riportati nell'elenco.

- **SCHEDA B:** Scheda di sopralluogo del punto critico-tempo ordinario. Scheda utilizzata dai presidiati in fase di sopralluogo ordinario. Su tale scheda è previsto uno spazio per l'indicazione di eventuali variazioni rispetto al sopralluogo precedente (aumento di vegetazione in alveo, scomparsa della criticità in seguito a lavori di sistemazione e uno spazio per l'indicazione di un eventuale misurazione condotta sul sito. La scheda verrà aggiornata in seguito ai sopralluoghi che verranno condotti e che evidenzieranno variazioni significative rispetto alla fase di censimento.
- **SCHEDA C:** Scheda di sopralluogo del punto critico-in allertamento. Scheda utilizzata dai presidiati in fase di sopralluogo in allertamento. Rispetto al sopralluogo in ordinario, viene chiesto al presidiante di indicare oltre al criterio di attivazione anche i dettagli della situazione in atto quali descrizione del fenomeno, eventuali conseguenze.
- **SCHEDA D:** Scheda monografica del PAV. Scheda da compilare in fase di rilevamento del PAV e allegata allo scenario di rischio su cui viene indicato, oltre alla tipologia di punto, anche il numero di persone presumibilmente presenti in determinate fasce orarie. Anche questa scheda, come quella dei punti

## PUNTI AD ALTISSIMA VULNERABILITÀ (PAV)

Sottopassi stradali e pedonali	Strutture sanitarie quali ospedali e cliniche pubbliche e private
Edifici con piano terra abitato	Strutture socio-assistenziali per persone con limitata capacità di movimento
Edifici con piano seminterrato abitato	Baraccopoli
Tratti di strada e spazi aperti in cui la velocità della corrente può assumere valori elevati tanto da trascinare le persone	Campi nomadi
Edifici fatiscenti quindi incapaci di reggere l'impatto di una piena o di una frana	Aree di accoglienza migranti
Scuole di ogni ordine e grado pubbliche e private	

### > **Tabella 4.3.4** Elenco esemplificativo di Punti ad Altissima Vulnerabilità.

critici, verrà aggiornata nel momento in cui i sopralluoghi evidenzieranno cambiamenti nello stato dei luoghi.

- SCHEDA E: Scheda di sopralluogo del PAV in allertamento. Scheda utilizzata dai presidi in fase di sopralluogo in allertamento.
- SCHEDA F: Scheda itinerari di Presidio. Scheda che riassume sotto forma tabellare tutti gli itinerari di Presidio predisposti per il monitoraggio dei punti singoli. Nella scheda sono riportati i punti di inizio e fine degli itinerari e dei percorsi, la lunghezza e i tempi necessari per compierli.
- SCHEDA G: Scheda punto di osservazione. Scheda che riporta tutti i dettagli del punto di osservazione: a quale itinerario appartiene, quanti punti critici sono visibili e le schede monografiche a questi associate per un eventuale reperimento veloce di informazioni, il tipo di osservazione da fare e le indicazioni su cosa osservare.
- SCHEDA H: Scheda verifica segnalazione. Scheda per la segnalazione di situazioni di criticità non precedentemente censite e rilevate in fase di sopralluogo o in seguito a segnalazione da parte di enti e/o cittadini.

Nell'Allegato 1 del prodotto A41\_LG2 sono riportati i format di tutte le schede sopra descritte. Nelle Figure 4.3.6 e 4.3.7 si riportano, a titolo di esempio:

- Scheda monografica del punto critico;
- Scheda monografica del punto di osservazione.

#### 4.3.3.3 - Casi di studio

Le procedure per l'identificazione dei punti singoli sono state applicate nell'ambito della costruzione degli scenari di evento - livello 1 effettuata per 12 Comuni identificati come casi di studio nelle Regioni interessate dal progetto (report contenuti nella cartella A32\_LG4\_ALLEGATI). Per l'elenco dei Comuni e la tipologia di fenomeno analizzata (alluvione o frana) si rimanda Paragrafo 4.1.

#### 4.3.3.4 - Prodotti attività di affiancamento alle Regioni

Nell'ambito delle attività B di affiancamento alle Regioni Basilicata e Sicilia sono state prodotte analisi specifiche finalizzate ad individuare punti critici per le attività del Presidio territoriale idraulico.

Per la Regione Basilicata è stata effettuata una "Ricognizione dei punti di interesse per l'attività del Presidio territoriale idraulico" (report B41BAS-RT1) attraverso una analisi dei nodi derivanti dall'intersezione tra la rete viaria e l'asta principale dei bacini del Bradano e del Basento e dei punti di intersezione tra il reticolo idro-



> **Figura 4.3.4**  
Deviazione acque superficiali in corrispondenza di un corpo frana (Fonte: DPC).

grafico principale (naturale e artificiale) e la rete viaria internamente al territorio edificato dei Comuni siti nella fascia ionica.

Per la Regione Siciliana è stata realizzata una "Integrazione dei presidi idraulici di primo livello" (report B41SIC\_RT1) attraverso l'elaborazione ed applicazione di una procedura finalizzata integrare i punti critici idraulici individuati dalla amministrazione regionale nel 2015.

#### **4.3.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali**

I metodi identificati per l'individuazione e la schedatura dei punti critici, dei punti di osservazione e dei Punti ad Altissima Vulnerabilità, funzionali all'organizzazione delle attività del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico, trovano un esplicito riferimento circa il loro utilizzo in Delibere di Giunta Regionale inerenti le Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile delle Regioni Calabria e Puglia e in Delibere di Giunta Regionale specifiche per l'organizzazione del Presidio territoriale nelle Regioni Basilicata, Calabria e Puglia. Sono stati inoltre oggetto di una deliberazione dirigenziale di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON da parte della Regione Siciliana (vedi Allegato 1).

## **4.4 - PRESIDIO TERRITORIALE IDROGEOLOGICO E IDRAULICO**

### **4.4.1 - Il monitoraggio del territorio per finalità di protezione civile**

Il Presidio territoriale consiste nell'attività di monitoraggio osservativo del territorio operata dalle strutture della protezione civile dei vari livelli territoriali attraverso l'osservazione, diretta e in tempo reale, dell'evoluzione dei fenomeni in atto e dell'insorgenza di fenomeni precursori potenzialmente pericolosi per la pubblica e privata incolumità.

Le informazioni provenienti dal Presidio territoriale concorrono, unitamente ai Bollettini/Avvisi di criticità emessi dai Centri Funzionali e ai dati provenienti dai sistemi di monitoraggio strumentale, alla decisione sull'eventuale attivazione delle fasi operative previste nella procedura dei Piani di Protezione Civile (Figura 4.4.1).

L'attività di Presidio territoriale, idrogeologico e idraulico, rientra tra quelle previste dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004, concernente gli "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", che ha determinato la realizzazio-



> **Figura 4.3.5**  
Sottopasso stradale allagato (Fonte: CAMILab).

ne del sistema nazionale di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico e dal D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010, inerente l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni.

La Direttiva PCM del 30 aprile 2021, recante "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" fa rientrare il Presidio territoriale tra gli elementi strategici operativi della pianificazione di protezione civile ovvero tra gli elementi che rappresentano gli aspetti organizzativi e le componenti fisiche necessari all'applicazione del modello di intervento.

Secondo tale Direttiva l'attività del Presidio territoriale riguarda in particolare alcuni punti o zone circoscritte quali:

- I punti critici o zone critiche ove, a seguito dell'evento, si verificano situazioni di pericolo per la pubblica e privata incolumità (ad esempio: sottopassi allagabili, confluenze di corsi d'acqua che in caso di alluvione possano interessare infrastrutture di trasporto, ponti con scarsa luce, zone antropizzate interessate da frane). Presso detti punti critici occorre prevedere l'attività di controllo e di monitoraggio in situ o da remoto e, se la situazione lo richiede, di intervento urgente ad evento previsto o in corso (ad esempio:

chiusura del traffico e di accesso in genere, evacuazione precauzionale, opere provvisorie di difesa idraulica e dalle frane).

- I punti di osservazione dove effettuare i controlli in condizioni di sicurezza (ad esempio: idrometri, pluviometri o altri punti di controllo a vista del fenomeno).

La realizzazione del Presidio territoriale costituisce una delle principali attività da mettere in campo per una capillare ed efficace azione di prevenzione non strutturale sul territorio. Inoltre, tale attività, garantendo il monitoraggio osservativo del territorio nel tempo reale a supporto delle fasi operative previste nei piani di emergenza comunali, costituisce una delle azioni più efficaci di adattamento ai cambiamenti climatici per finalità di protezione civile (tutela delle persone).

Nell'ambito del "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", per il miglioramento della risposta in caso di evento, ci si è concentrati sui metodi, procedure e strumenti per la realizzazione o il potenziamento del Presidio territoriale, ponendosi l'obiettivo di redigere Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione, per la descrizione delle quali si rimanda al Paragrafo 4.3, e Linee guida per l'organizza-

**LOCALIZZAZIONE**

Zona di presidio (codice e nome): \_\_\_\_\_  
 Settore di presidio (codice e nome): \_\_\_\_\_  
 Coordinate UTM: \_\_\_\_\_  
 Corso d'acqua: \_\_\_\_\_  
 Bacino idrografico: \_\_\_\_\_  
 Località (in caso di frana): \_\_\_\_\_



**TIPOLOGIA (SCENARIO IDRAULICO)**

- Fitta vegetazione in alveo
- Fenomeni erosivi in alveo
- Tratti di alveo sovralluvionato
- Strette che possono generare rigurgiti
- Zone di possibile ostruzione (frane in alveo, repentina riduzione della capacità di trasporto, ecc.)
- Arginatura con altezza diseguale
- Argine con altezza insufficiente
- Arginatura discontinua
- Sponde non protette potenzialmente erodibili
- Opere di sistemazione incomplete
- Zone con cantieri attivi
- Punti di possibile esondazione e/o rottura
- Tratto tombato
- Zone potenzialmente interessate dall'apertura di fontanazzi
- Altro: \_\_\_\_\_

- Discariche in alveo
- Tratti di alveo pensile
- Attraversamenti a raso
- Argine rotto
- Argine danneggiato
- Argine mancante

**TIPOLOGIA (SCENARIO FRANE)**

- Opere di contenimento
- Opere di drenaggio
- Strade interessate dalla frana
- Edifici interessati dalla frana
- Fessure di edifici e strutture
- Fratture del terreno
- Ruscellamento superficiale
- Canalizzazioni
- Zone di infiltrazione
- Sorgenti e scaturigini
- Altro: \_\_\_\_\_

DESCRIZIONE

\_\_\_\_\_

**ESPOSTI IN PROSSIMITÀ DEL PUNTO CRITICO CONSIDERATO**

- Edifici pubblici (indicare numero approssimativo): \_ \_ \_ \_
- Edifici privati (indicare numero approssimativo): 10
- Attività economiche:  insediamenti industriali  cantieri ed attività edilizie  attività commerciali  attività turistiche
- Attività agricole
- Opere idrauliche
- Infrastrutture tecnologiche e di servizio:  gasdotti  linee elettriche  linee telefoniche  acquedotti  fognature
- Infrastrutture di trasporto:  strade comunali  strade provinciali e/o regionali  strade rurali  autostrade  ferrovie
- Altro (specificare): \_\_\_\_\_

DANNO POTENZIALE (descrizione): \_\_\_\_\_

GRADO DI ATTENZIONE DEL PUNTO:  altissima  molto alta  alta  ordinaria

EVENTUALE STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO INSTALLATA: \_\_\_\_\_  Funzionante  Non funzionante

LIVELLO DI AFFIDABILITÀ DELL'INFORMAZIONE:  basso  medio  alto  molto alto

LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELL'INFORMAZIONE:  basso  medio  alto  molto alto

> **Figura 4.3.6**  
Scheda monografica del punto critico (Fonte: CAMILab).

**LOCALIZZAZIONE**

Corso d'acqua: \_\_\_\_\_

Bacino idrografico: \_\_\_\_\_

Indirizzo: \_\_\_\_\_

Coordinate UTM: \_\_\_\_\_



Indicare sullo schema la posizione del punto di osservazione

**PUNTI CRITICI VISIBILI DAL PUNTO DI OSSERVAZIONE**

Codice PC	Codice scheda <b>monografica</b> del PC (ultima revisione disponibile)	Cod scheda di <b>sopralluogo in tempo ordinario</b> del PC (ultimo sopralluogo fatto in ordinario)	Cod scheda di <b>sopralluogo in allertamento</b> del PC (ultimo sopralluogo fatto in allertamento)
<input type="text"/>	<b>A</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1	<b>B</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1	<b>C</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1
<input type="text"/>	A <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	B <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	C <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

+ Aggiungere una riga per ogni punto critico visibile dal punto di osservazione

**DETTAGLI DEL PUNTO DI OSSERVAZIONE**

Nome	<i>Esempio: Palazzo Campanella</i>
Itinerario di appartenenza	<i>Esempio: Itinerario 1</i>
Percorso	
Eventuale proprietario (nel caso di strutture private)	
Note	<i>Esempio: per un'ottimale visuale, raggiungere l'ultimo piano lato Nord.</i>

**DETTAGLI DEI PUNTI CRITICI DA OSSERVARE**

Punto critico n. 1	<i>Codice</i>
	<i>Breve descrizione</i>
Cosa osservare	<i>Livello dell'acqua rispetto all'intradosso del ponte.</i>
Nel caso di osservazione <b>VISIVA</b>	<i>Se il livello dell'acqua sta per raggiungere l'intradosso del ponte avvisare immediatamente il responsabile locale di Protezione Civile.</i>
Nel caso di osservazione <b>STRUMENTALE</b>	<i>Effettuare la seguente misurazione: franco tra intradosso del ponte e superficie dell'acqua. Se il franco è inferiore a un metro avvisare immediatamente il responsabile locale di Protezione Civile.</i>
Note	<i>Se le condizioni meteo lo consentono è possibile raggiungere direttamente il punto critico per effettuare l'osservazione/ misurazione.</i>

+ Aggiungere una tabella per ogni punto critico visibile dal punto di osservazione

> **Figura 4.3.7**  
Scheda monografica del punto di osservazione (Fonte: CAMILab).



> **Figura 4.4.1**  
Principali caratteristiche del Presidio territoriale (Fonte: CAMILab).

zione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico (report A41\_LG2), che invece verranno trattate nel presente paragrafo.

#### 4.4.2 - Attività svolte

La stesura di documenti metodologici sul Presidio territoriale si inquadra all'interno dell'azione A4.1 "Miglioramento della risposta in caso di evento: attivazione/potenziamento dei presidi territoriali idraulici e idrogeologici" afferente alla fase generale 4 "Valutazione della operatività del sistema in caso di emergenza" della Linea A di intervento.

Nell'ambito del RTI-CIMA le azioni A4.1 sono state svolte dal CAMILab-Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrologica dell'Università della Calabria.

Le attività metodologiche descritte nel Linee guida (report A41\_LG2), partendo da una descrizione più generale del Presidio territoriale, richiamano le esperienze di maggiore rilevanza, la normativa di riferimento e un inquadramento generale dell'organizzazione territoriale per poi concentrarsi sui compiti, sulla composizione e sul Disciplinare che definisce obblighi e responsabilità del Presidio e dei presidianti. All'interno dell'azione A43 è stato sviluppato un Progetto formativo per operatori di protezione civile (prodotto A43\_DT5) che, in Appendice 1, contiene 10 moduli (*learning objects*) per i quali sono forniti la presentazione (in formato .pptx e/o .pdf) e il corri-

spondente video. Il modulo 7 tratta dei "Compiti del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico in fase di allertamento".

Nell'ambito delle attività B di affiancamento, per ciascuna delle Regioni partecipanti al Programma è stata elaborato un Progetto di Presidio territoriale con indirizzi organizzativi e applicativi (report B41BAS\_LG1, B41CAL\_LG1, B41CAM\_LG1, B41PUG\_LG1, B41SIC\_LG1) che applica, con gli opportuni adattamenti alle varie realtà regionali, i criteri generali contenuti nelle Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale.

#### 4.4.3 - Prodotti realizzati

##### 4.4.3.1 - Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale

##### Presidio territoriale e pianificazione di protezione civile

Come accennato in premessa, la presenza di un Presidio territoriale efficace, capace di leggere tempestivamente i segnali dell'approssimarsi di un evento è un elemento strategico della pianificazione di protezione civile comunale e intercomunale. Infatti, il Presidio, attraverso le osservazioni sulla criticità del fenomeno in atto, concorre all'attivazione delle fasi operative del Piano e quindi alla realizzazione delle azioni previste nel modello di intervento.

Il Presidio deve operare soprattutto in fase di allertamento e sorvegliare il territorio di pertinenza, attraverso percorsi sicuri e conosciuti, per verificare la situazione in atto in alcuni punti specifici, quali i punti critici nei quali l'evento in corso può modificare le proprie caratteristiche (ad esempio dove inizia l'erosione) e nei punti di altissima vulnerabilità dove l'incolumità delle persone può essere messa a repentaglio (ad esempio in un seminterrato posto in un'area inondabile). Per operare con efficacia e in sicurezza, il Presidio deve avere piena contezza degli scenari di evento e degli scenari di rischio possibili nell'area di interesse, deve, pertanto, conoscere la relativa cartografia, partecipare, ove possibile, alla fase di redazione e curarne il sistematico aggiornamento.

Le Linee guida A41\_LG2 definiscono gli aspetti principali che devono caratterizzare il Presidio a scala locale (comunale, intercomunale, di ambito, regionale). Esse tengono conto anche dell'esperienza maturata in seno al Gruppo di lavoro istituito dal Capo Dipartimento l'8 novembre 2015.

Nel caso di alluvioni occorre considerare che la normativa prevede la presenza di alcuni servizi, la cui attività può interferire con quella del Presidio territoriale, come quelli del Servizio di Piena e della Polizia idraulica (Regi Decreti n. 523/1904 e n. 2669/1937). Il documento considera in modo unitario il Presidio idraulico e quello idrogeologico per una serie di motivi legati alla ridotta presenza di grandi corsi d'acqua nelle Regioni oggetto del Programma PON, la scarsa sostenibilità, in termini di risorse umane ed economiche, di due distinti servizi di PT e il fatto che in caso di eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati gli scenari di evento che si vengono a determinare non sono facilmente attribuibili ad una sola tipologia, "idrogeologica" o "idraulica".

### Compiti del Presidio territoriale

I principali compiti del Presidio territoriale, le cui attività si sviluppano prima, durante e dopo la fase di allertamento, sono riportati nella Tabella 4.4.1.

### Articolazione territoriale del Presidio

In base alla dimensione del territorio, alla sua popolazione, alla disponibilità di risorse umane e di mezzi per lo svolgimento delle attività, alle esigenze in termini di criticità da tenere sotto controllo il Presidio può essere articolato su più livelli territoriali:

- regionale, gestito dalle strutture regionali di protezione civile, anche in accordo con altri enti competenti in materia; il Presidio regionale può essere, eventualmente, articolato in livelli provinciali o comunque sub regionali;
- comunale o intercomunale, in cui ogni singolo Comune, nel quadro del proprio Piano di Protezione Civile, organizza e gestisce il monitoraggio delle criticità sul proprio territorio;
- di Ambito Territoriale e organizzativo ottimale, livello territoriale di pianificazione di protezione civile previsto dall'art.18, comma 4 del D.Lgs n. 1/2018.

#### *Livello regionale*

Il territorio può essere suddiviso in Zone di Presidio, divise a loro volta in Settori di Presidio. All'interno di una singola Zona, il Presidio è svolto da una specifica Unità operativa (o Nucleo), articolata in Squadre, ciascuna delle quali opera in un Settore della Zona (Figura 4.4.2). In un singolo Settore possono operare, in ragione della sua complessità ed estensione, più Squadre.

La Zona di presidio, individuata nel rispetto dei limiti amministrativi comunali e provinciali, può coincidere con quella dei Contesti Territoriali definiti per ciascuna delle cinque Regioni del Programma PON (vedi Parte Prima). All'interno di ciascuna Zona i Settori di Presidio sono individuati tenendo conto dei limiti comunali, della continuità del reticolo idrografico, dell'orografia nonché di caratteristiche specifiche del territorio.

#### *Livello comunale o intercomunale*

Nel Presidio comunale o intercomunale, l'attività coinvolge tecnici comunali, vigi-



### Periodo ordinario

Monitorare lo stato dei punti critici già identificati e verificare l'eventuale esistenza di ulteriori nuove criticità.

### Periodo di allertamento

Controllare sul campo l'evoluzione del fenomeno esaminando lo stato dei punti critici noti o di eventuali criticità sviluppatesi per effetto dell'evento in corso.

Proporre e/o concorrere all'attuazione di misure di pronto intervento finalizzate al contrasto in tempo reale delle conseguenze sulle persone e sui beni dell'evento calamitoso in atto.

### Periodo post evento

Verificare e documentare le conseguenze che si sono manifestate sul territorio individuando anche eventuali nuove situazioni critiche che necessitano di monitoraggio.

#### > **Tabella 4.4.1** Compiti del Presidio territoriale.

li urbani, volontari di protezione civile. Essi devono garantire, nei Comuni più piccoli, la formazione di almeno una Squadra, composta da 2-3 persone. Nei Comuni di maggiore dimensione il numero di Squadre e la loro consistenza numerica può aumentare progressivamente, prevedendo un'articolazione per turni e per area di competenza.

#### *Livello di ambito*

La suddivisione per Ambiti Territoriali come Unità spaziale di riferimento per sviluppare le funzioni di protezione civile sembra particolarmente adatta al caso del Presidio territoriale, in quanto è difficile trovare in un piccolo Comune un numero sufficiente di persone disponibili e dotate della competenza necessaria per svolgere, in modo affidabile e sicuro, anche i compiti più semplici di pertinenza del Presidio e si rende perciò necessario affidare, con spirito di sussidiarietà, tali compiti ad un soggetto meglio attrezzato.

#### *Suddivisione dei compiti tra i vari livelli*

Nel caso più generale in cui livelli regionale e comunale coesistano occorre distinguere le attività del presidio comunale da quelle demandate al presidio regionale, eventualmente articolato a scala subregionale. Si possono formulare due ipotesi di suddivisione dei compiti, indicate come schema verticale e schema orizzontale. Lo schema verticale (Figura 4.4.3) prevede una distinzione in base al tipo di fenomeno da controllare. A scala comunale l'attenzione è rivolta

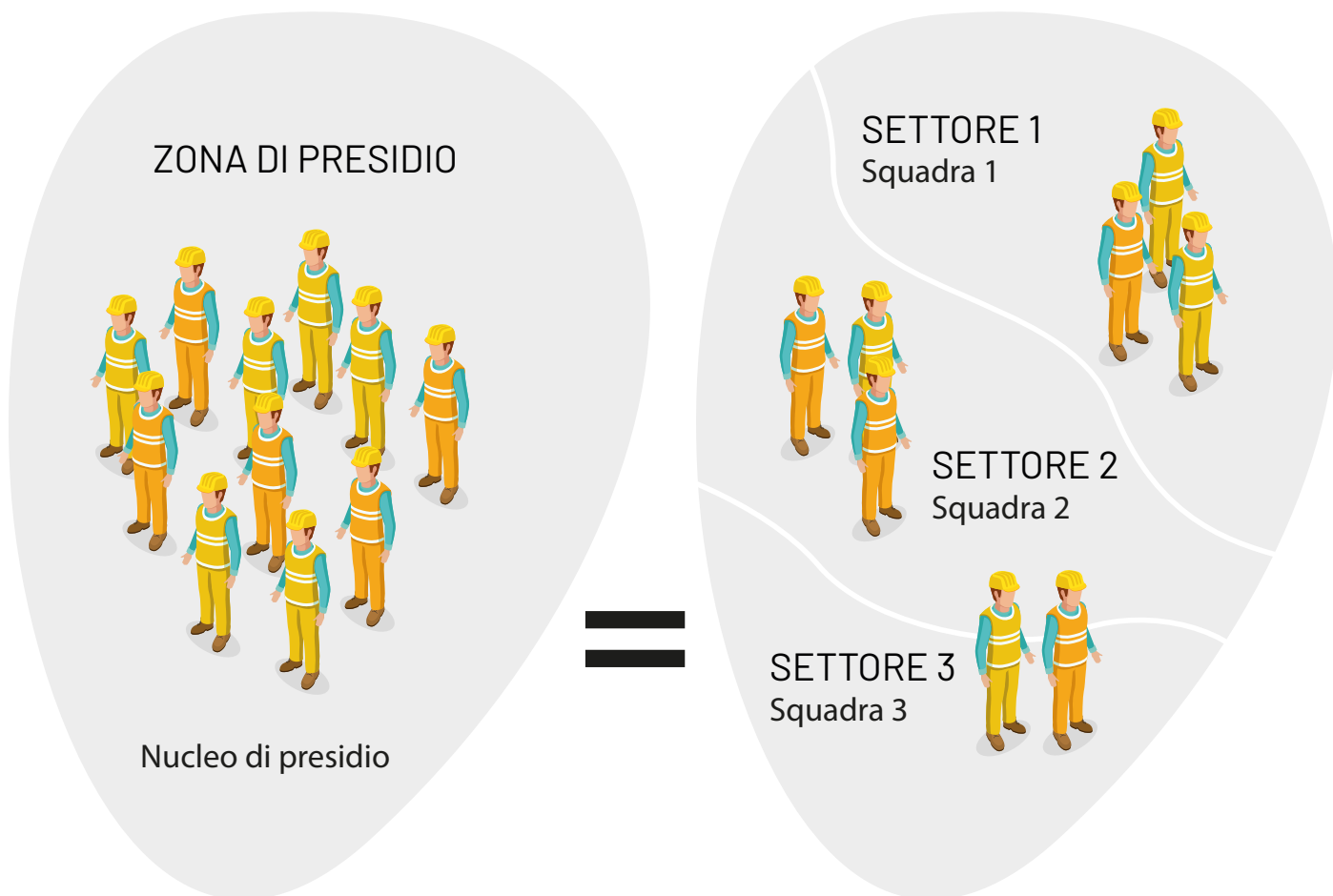
agli eventi idrogeologici, costituiti da frane e inondazioni di piccoli bacini, che interessano aree non molto estese, ma che possono determinare conseguenze anche molto rilevanti. A livello regionale, invece si tengono sotto controllo i corsi d'acqua di maggiori dimensioni che possono avere effetti su aree vaste e interessare progressivamente il territorio di più Comuni e che richiedono il controllo di criticità anche esterne al territorio di un singolo Comune.

Lo schema orizzontale (Figura 4.4.4), invece, prevede che entrambi i tipi di Presidio (comunale e regionale) sviluppino il monitoraggio su tutte le potenziali criticità, sia idrauliche sia idrogeologiche. La diversificazione dipende dall'evoluzione del fenomeno. In particolare, il Presidio comunale effettua una verifica preliminare, finalizzata a controllare l'assenza di fenomeni e di evidenti segni premonitori. In caso di necessità, interviene il Presidio regionale che, disponendo di competenze e di risorse umane e strumentali più adeguate, può seguire meglio l'ulteriore evolversi del fenomeno.

#### **Qualifica, provenienza e sicurezza dei presidianti**

La figura del presidiante può essere distinta, in linea di massima, in funzione delle competenze di cui dispone (titoli di studio, esperienza sul campo e formazione attestata) e dei compiti che deve svolgere (organizzazione, coordinamento, monitoraggio e supporto), in tre tipologie: presidiante esperto, presidiante, presidiante ausiliario.

In generale l'attività di Presidio può essere svolta mediante:



> **Figura 4.4.2**  
 Articolazione del livello regionale del Presidio territoriale (Fonte: CAMILab).

- avvalimento del personale tecnico delle pubbliche amministrazioni ai vari livelli territoriali;
- accordi/convenzioni con le associazioni di volontariato;
- accordi/convenzioni con gli Ordini Professionali di Ingegneri, Architetti, Geologi, Agronomi e Forestali;
- combinazione di due o tre delle categorie precedenti.

Il tema della sicurezza è di notevole importanza per il Presidio territoriale. I presidianti devono essere opportunamente istruiti sui rischi ai quali sono esposti nello svolgimento dei sopralluoghi, in particolare nel corso di fenomeni in atto quando, per esempio, condizioni meteorologiche avverse potrebbero rendere difficoltoso qualsiasi spostamento e limitare la visibilità. Nella progettazione dell'attività di preparazione dei presidianti è necessario tener conto degli standard in materia di tutela della salute e della sicurezza, prendendo come opportuno riferimento quelli definiti per il volontariato organizzato di protezione civile.

#### Disciplinare di Presidio

Nel caso di presidianti appartenenti alle ca-

tegorie indicate nel paragrafo precedente o ad altra categoria professionale, è necessario predisporre appositi Disciplinari per regolamentare i rapporti di collaborazione, definendo, sotto il profilo amministrativo, gli aspetti formali che regolano gli obblighi, i compiti e le responsabilità dei presidianti.

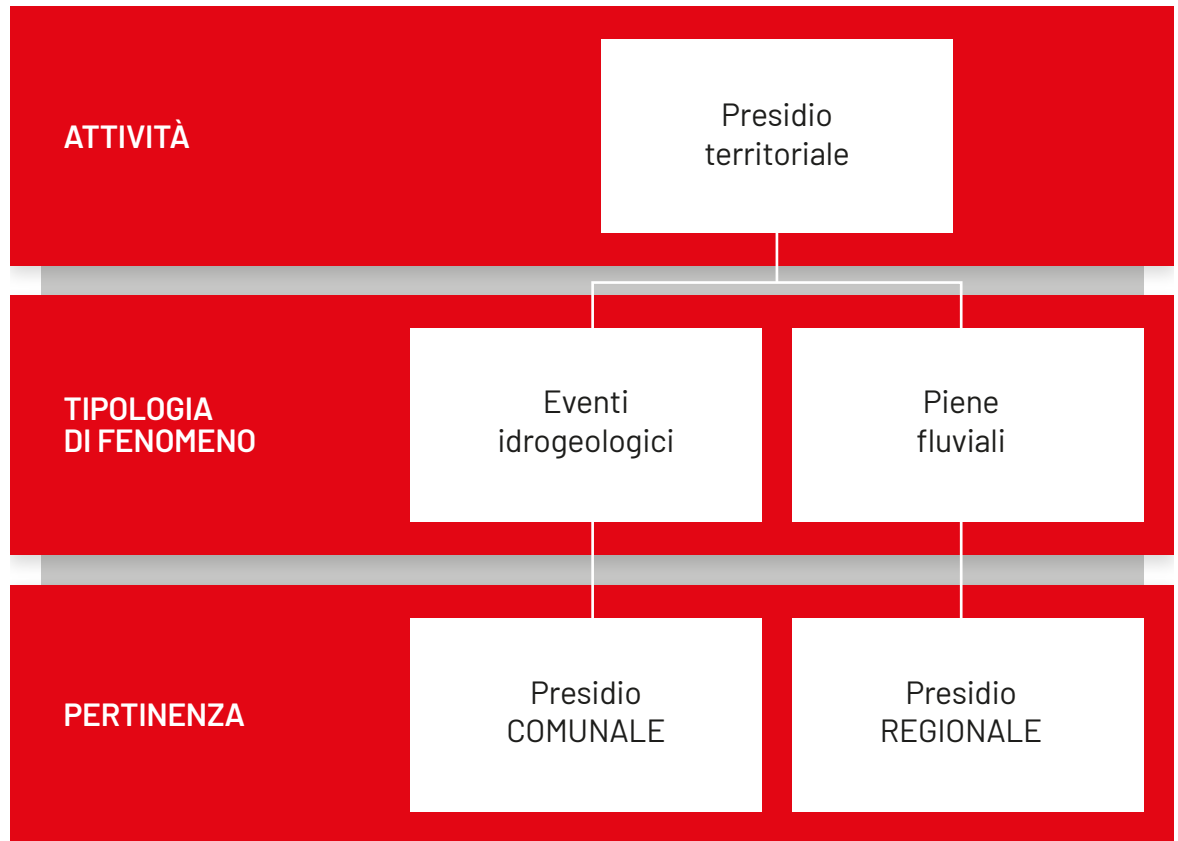
Uno schema di disciplinare, che può essere adattato ai diversi casi specifici, è riportato in Appendice 2 del report A41\_LG2.

#### Formazione dei presidianti

Gli operatori del Presidio territoriale dovranno essere preparati attraverso un adeguato progetto formativo, che prevede più corsi caratterizzati da gradi diversi di approfondimento. I corsi si differenziano a seconda se sono indirizzati a presidianti esperti, ordinari o ausiliari. I contenuti del corso devono essere opportunamente adattati agli aspetti peculiari locali sia dell'organizzazione del servizio, che degli scenari di evento e di rischio in cui saranno chiamati ad operare i presidianti; inoltre, il livello di approfondimento sarà commisurato al background di conoscenze e competenze dei partecipanti, caratterizzato preventivamente tramite somministrazione di test d'ingresso.

> **Figura 4.4.3**

Divisione dei compiti di Presidio in funzione del tipo di fenomeno da monitorare - schema verticale (Fonte: CAMI-Lab).



**Documenti per l'attività di Presidio**

Le attività del Presidio territoriale sono conseguenti a quelle relative alla definizione degli scenari di evento e degli scenari di rischio e concorrono all'aggiornamento di tali scenari. I documenti necessari per lo svolgimento del PT sono di due tipi: mappe e schede. La cartografia di cui è bisogna disporre è la seguente:

- **Carta degli scenari di evento** (Figura 4.4.5): riporta le aree vulnerabili, ovvero le aree che possono essere interessate dai fenomeni alluvionali o franosi, i punti critici, cioè i punti dove il fenomeno può originarsi/modificarsi/evolvere, e i punti di osservazione, intesi come i punti dai quali monitorare i punti critici in condizioni di sicurezza (vedi Paragrafi 4.1 e 4.3).
- **Carta degli scenari di rischio** (Figura 4.4.6): riporta, nel suo livello base, i Punti ad Altissima Vulnerabilità (PAV), le strutture sensibili, e le strutture strategiche (vedi Paragrafo 4.2), ovvero gli edifici e le infrastrutture di rilevante importanza, rispettivamente, nel caso di un loro collasso o ai fini di protezione civile in corso di evento.
- **Carta degli itinerari di presidio** (Figura 4.4.7): riporta i punti di osservazione dai quali osservare in sicurezza l'evolvere del fenomeno e gli itinerari, tragitti stradali

principali da seguire, e i percorsi, brevi tratti che collegano gli itinerari con i punti di osservazione (vedi Paragrafo 4.3).

Oltre alla cartografia il Presidio deve disporre anche delle Schede dei Punti singoli che potranno essere aggiornate, se del caso, a seguito delle osservazioni di campo:

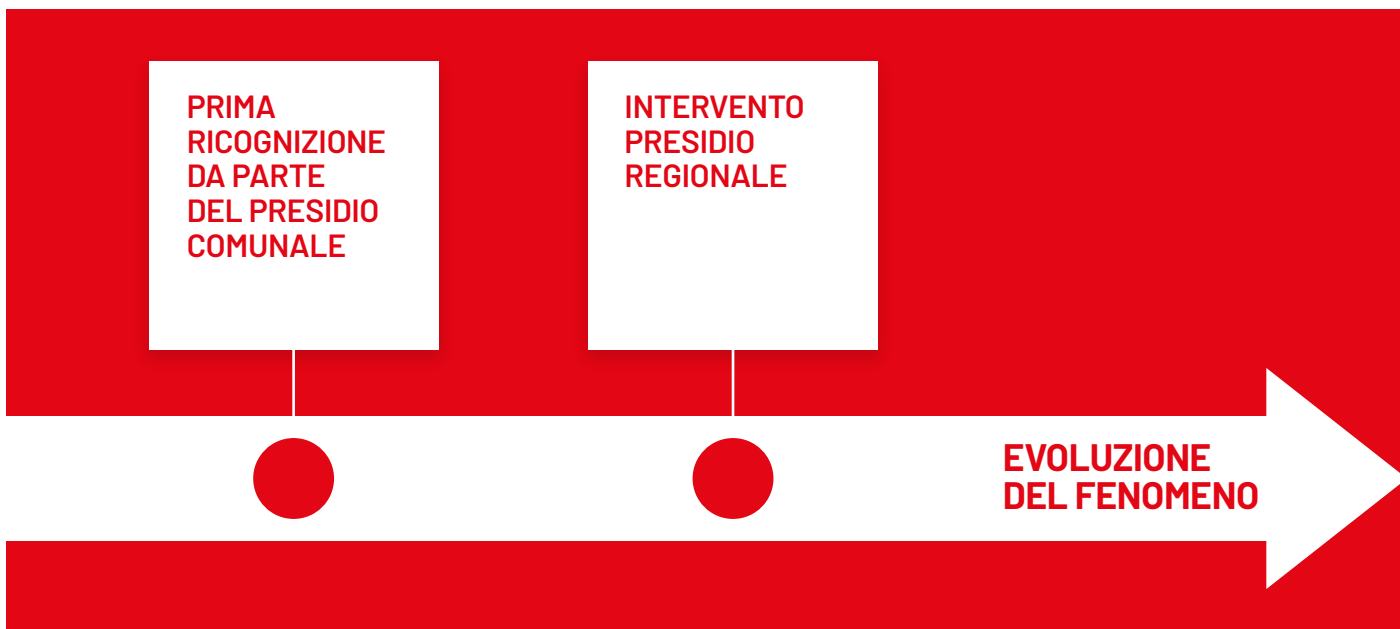
- SCHEDA A: Scheda monografica del punto critico (Figura 4.4.8).
- SCHEDA B: Scheda di sopralluogo del punto critico - tempo ordinario.
- SCHEDA C: Scheda di sopralluogo del punto critico - in allertamento.
- SCHEDA D: Scheda monografica del PAV.
- SCHEDA E: Scheda di sopralluogo del PAV in allertamento.
- SCHEDA F: Scheda itinerari di Presidio.
- SCHEDA G: Scheda punto di osservazione.
- SCHEDA H: Scheda verifica segnalazione.

Per la descrizione dettagliata delle schede sopraccitate si rimanda al report A41\_LG1 - "Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione" (vedi Paragrafo 4.3).

**Protocollo di Presidio**

Il Protocollo di Presidio è parte integrante dei Piani di Protezione Civile comunale/sovracomunale e deve descrivere nel dettaglio le attività che devono essere svolte dai presidianti.

In particolare, il Protocollo indica, tra le altre cose:



> **Figura 4.4.4**  
 Divisione dei compiti di Presidio in funzione dell'intensità del fenomeno - schema orizzontale (Fonte: CAMILab).

1. i documenti a disposizione del Presidio per lo svolgimento delle attività;
2. i criteri di attivazione e disattivazione;
3. le azioni da svolgere nel periodo ordinario;
4. le azioni da svolgere nel periodo di allertamento, nell'ambito delle diverse fasi operative;
5. le azioni da svolgere alla fine del periodo di allertamento;
6. le modalità di trasmissione delle informazioni tra le strutture.

I criteri di attivazione del Presidio Territoriali e le azioni che devono essere svolte nei vari periodi (ordinario, in allertamento, post allertamento) sono sinteticamente riportati nella Tabella 4.4.2.

#### Utilizzo delle osservazioni del PT per l'attivazione delle fasi operative

Tutta l'attività di Presidio è indirizzata a rendere immediatamente fruibile l'informazione raccolta durante i sopralluoghi in modo da consentire al soggetto decisore di assumere, a ragion veduta, le determinazioni del caso, che, in fase di allertamento, si riconducono alla scelta della fase operativa da attivare. Nel seguito saranno prima riassunte le tipologie di osservazione che il Presidio effettua nel corso della propria attività, saranno, quindi, delineati i percorsi predefiniti che devono governare il flusso informativo dalla periferia verso il centro e saranno, infine, tracciate alcune plausibili procedure per giungere ad una decisione il più possibile consapevole.

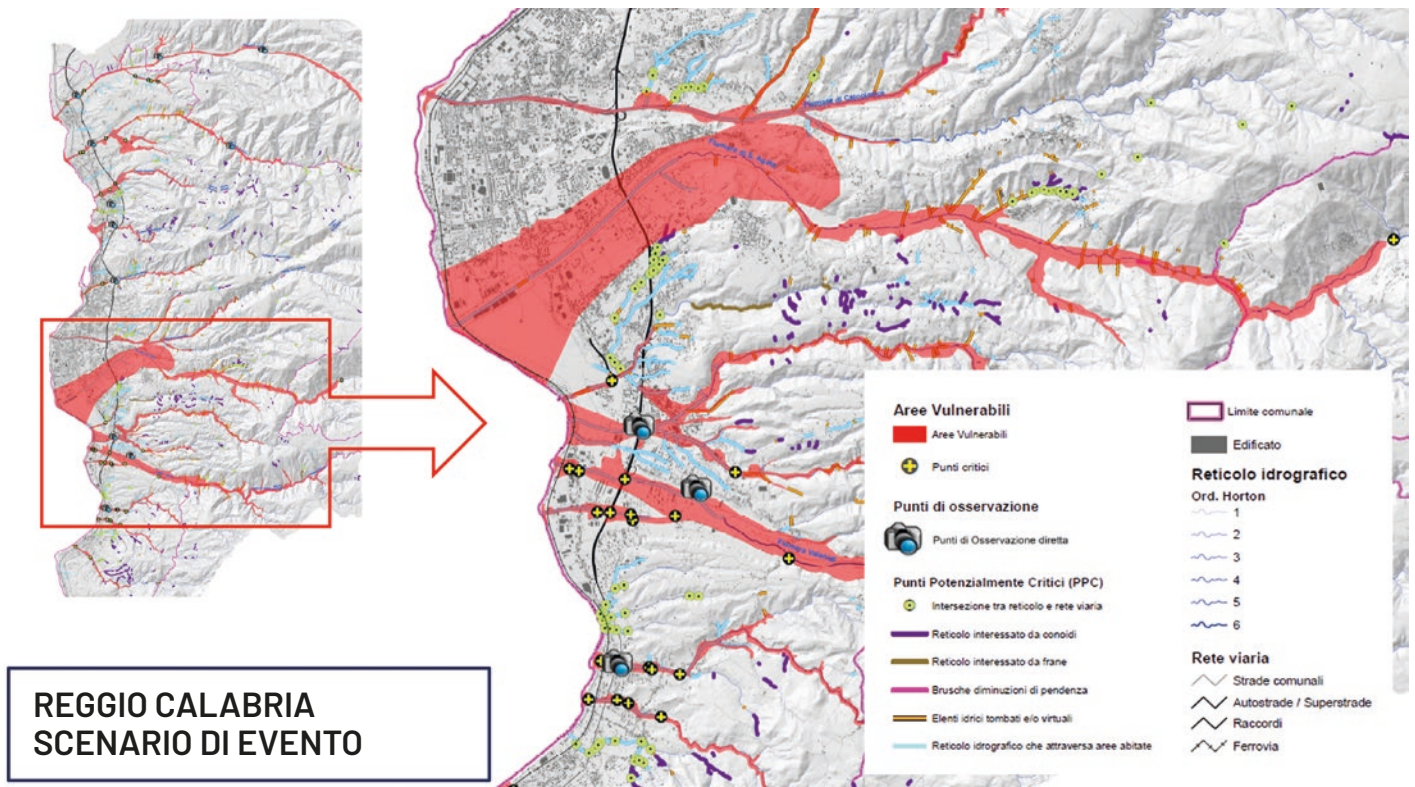
#### Le tipologie di osservazione

Le osservazioni del Presidio territoriale possono essere distinte in due tipologie:

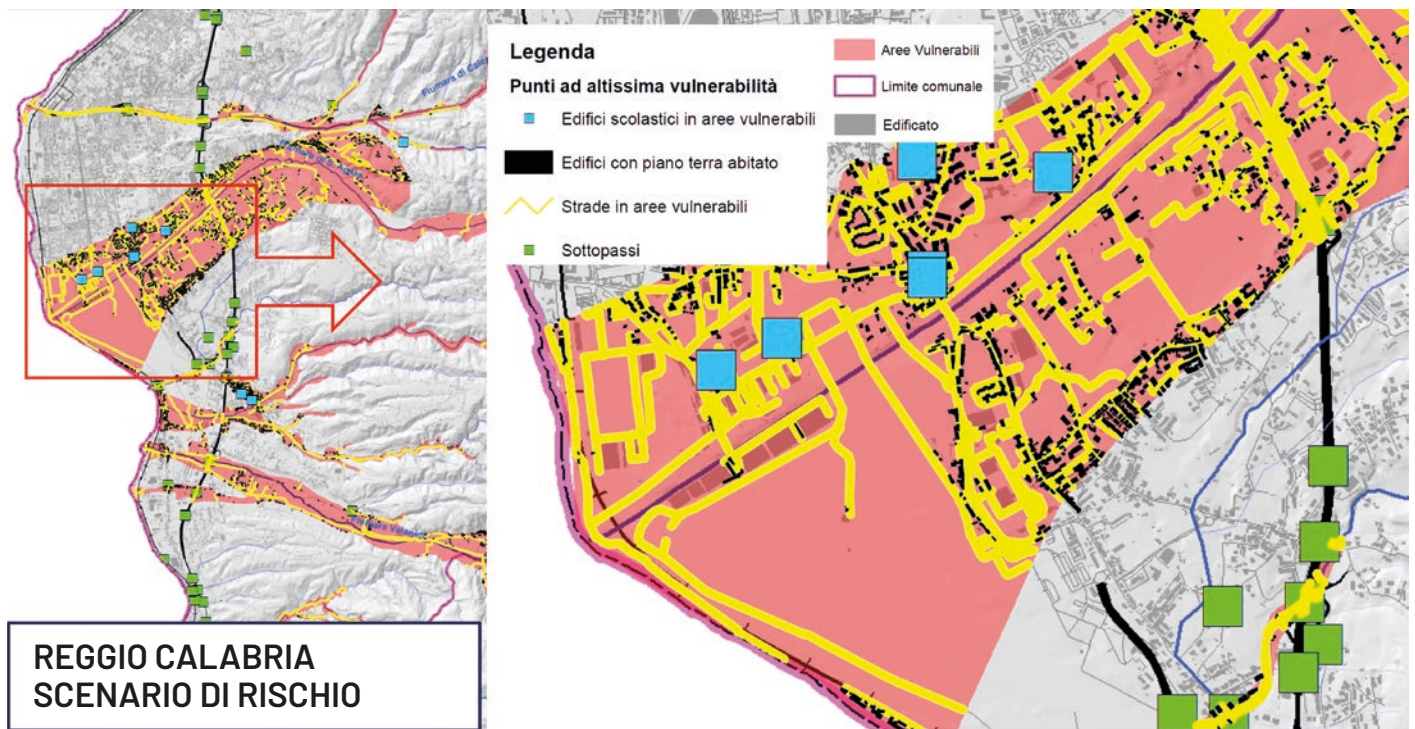
- visiva: il sopralluogo si basa sull'osservazione visiva del fenomeno, del livello idrico di un corso fluviale, dello stato di accumulo materiali in prossimità di un restringimento o di un ponte, del livello di accumulo di acque di dilavamento sulla carreggiata, ecc.
- strumentale: il sopralluogo prevede la misurazione, con attrezzatura fissa o mobile, di una determinata grandezza utile per la valutazione dell'intensità del fenomeno.

#### La determinazione del "livello di criticità" dell'osservazione

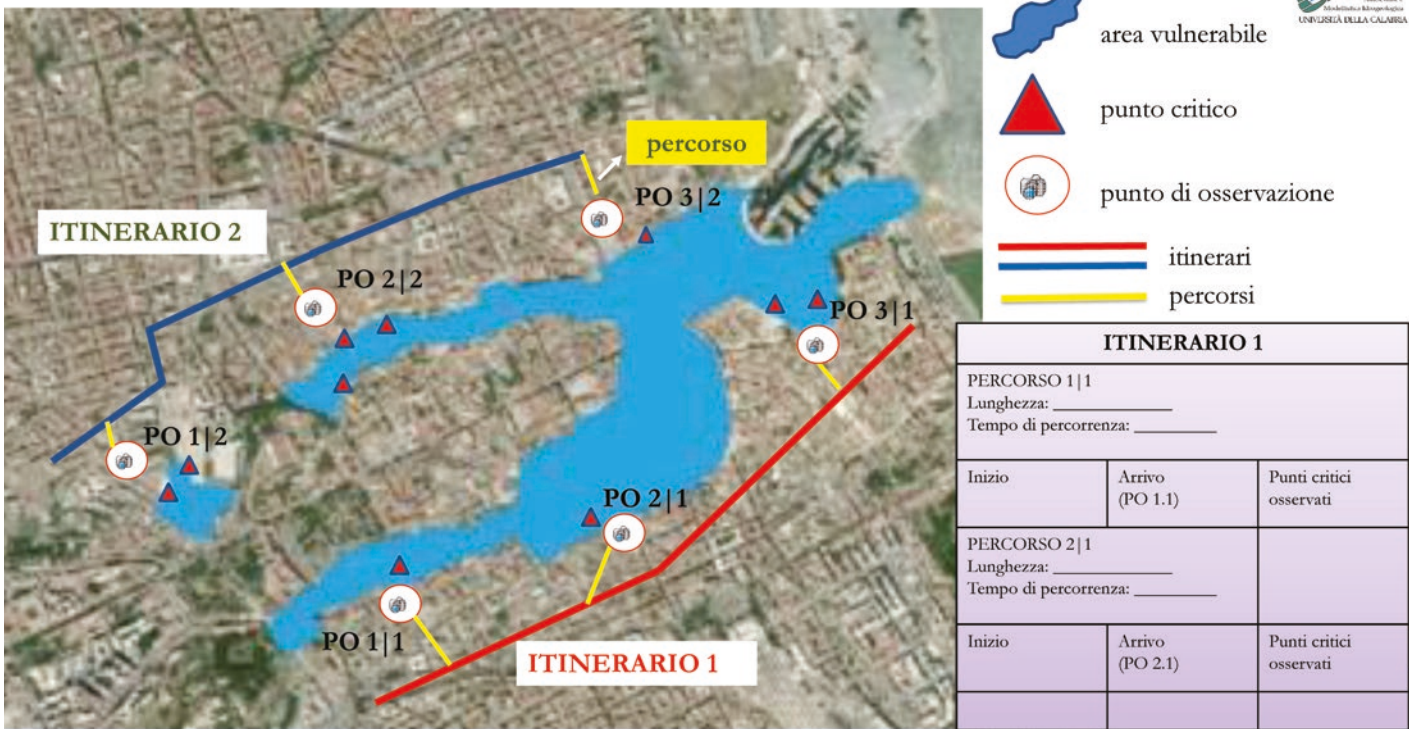
In base alle tipologie di osservazione, compilando le diverse schede previste, il Presidio fornisce al Comune informazioni di tipo standardizzato, senza aggiungere alcuna valutazione in merito alle azioni che il soggetto responsabile (es. il Sindaco) dovrebbe assumere e che, in nessun modo, possono ricadere sul Presidio. Per poter essere utilizzate per finalità di allertamento e quindi per concorrere alla decisione di attivare o meno una determinata fase operativa del Piano di Protezione Civile le osservazioni su un singolo punto critico devono essere suddivise in livelli di criticità crescente. Per evitare confusioni con i livelli di criticità definiti in sede di previsione (a questo proposito si vedano le Indicazioni Operative del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 10 febbraio 2016) si è ritenuto opportuno indicare come criticità MP (Monitoraggio Presidio) quella derivante dalle osservazioni del presidio. A titolo di esempio la Tabella 4.4.3 riporta per cinque situazioni tipiche i criteri in base ai quali definire i diversi livelli di criticità MP. Per le osservazioni strumentali è necessario



> **Figura 4.4.5**  
 Carta degli scenari di evento (alluvione) – Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).



> **Figura 4.4.6**  
 Carta degli scenari di rischio (alluvione) – Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).



> **Figura 4.4.7**  
Esempio di Carta degli Itinerari di Presidio (Fonte: CAMILab).

fissare, anche con metodi speditivi, due valori soglia (S1, S2) di riferimento per la grandezza misurata X. Si ha quindi:

- criticità MP gialla se  $X \leq S1$ ;
- criticità MP arancione se  $S1 < X \leq S2$ ;
- criticità MP rossa se  $X > S2$ .

In sintesi, in esito al sopralluogo effettuato, per ciascuno dei Punti critici e dei PAV considerati il presidio trasmette un'indicazione relativa alla criticità MP osservata.

#### La comunicazione dell'informazione

Durante la fase di attivazione la comunicazione del Presidio, interna ed esterna, avviene attraverso una idonea strumentazione in dotazione (smartphone, tablet, ricetrasmittente, altro).

Le informazioni provenienti dal PT confluiscono verso il Centro Operativo di riferimento (COC, COA, COM, CCS), il Centro Funzionale Decentrato o la Sala operativa regionale.

#### I criteri per l'attivazione delle fasi operative del Piano di Protezione Civile

Nella fase previsionale, antecedente l'eventuale evento, il soggetto decisore può ricevere messaggi relativi alle allerte gialla, arancione, rossa dichiarate dalla Regione e può attivare o meno una delle fasi operative (ATTENZIONE, PREALLARME e ALLARME) previ-

ste nel proprio Piano di Protezione Civile. Il soggetto decisore oltre all'indicazione relativa al Livello di allerta può ricevere in generale due tipi di informazione:

1. messaggio di superamento di soglie pluviometriche da parte del Centro Funzionale Decentrato che indica che le piogge in atto sono superiori a valori prefissati;
2. messaggio di livello di criticità da parte del Presidio territoriale relativo a uno o più punti critici e/o PAV tenuti sotto osservazione.

Il decisore nella fase di monitoraggio e sorveglianza effettua quindi la propria valutazione sulla base dei valori assunti dai diversi indicatori. Uno schema decisionale possibile circa la Fase Operativa minima da attivare nel caso pervengano entrambi i messaggi potrebbe essere quello riportato nella Tabella 4.4.4. Se non è stata attivata a seguito della Fase Previsionale (FP) alcuna Fase Operativa (FO) allora questa verrà eventualmente attivata a seguito della Fase di Monitoraggio e Sorveglianza (FMS).

Se la FO è stata attivata a seguito della FP questa potrebbe anche non coincidere con quella attivabile in base alla FMS. In questo caso:

- se la FO attivata in base alla FP è uguale o superiore a quella attivabile a seguito della FMS non è necessario modificare la FO;
- se la FO attivata in base alla FP è inferiore a quella attivabile a seguito della FMS è necessario attivare la FO relativa alla FMS.

**CAMILab** PRESIDIO TERRITORIALE IDROGEOLOGICO E IDRAULICO  
 Scheda **MONOGRAFICA**  
**PUNTO CRITICO**  
 UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

APCNI/IT

Compilatore: **Franco Crisomagna**  
 Data: **20/10/2018**

**LOCALIZZAZIONE**  
 Zona di presidio (nucleo e anelli): **47 - Reggio Calabria**  
 Settore di presidio (nucleo e anelli): **1 - Reggio Calabria**  
 Coordinate UTM: **X: 556821 Y: 4295138**  
 Corso d'acqua: **Fiumara di Gallico**  
 Bacino idrografico: **Fiumara di Gallico**  
 Località (in caso di frana):

**TIPOLOGIA (SCENARIO IDRAULICO)**  
 Frana vegetazione in alveo  Discariche in alveo  
 Fenomeni erosivi in alveo  Tratti di alveo pendile  
 Tratti di alveo sovralluvionato  Attraversamenti a raso  
 Spostamenti che possono generare rigurgiti  
 Zone di possibile costrizione (frane in alveo, ripetuta riduzione della capacità di trasporto, ecc.)

Arginatura con altezza diseguale  Argine sotto  
 Argine con altezza insufficiente  Argine danneggiato  
 Arginatura discontinua  Argine mancante  
 Sponde non protette potenzialmente erodibili  
 Opere di sistemazione incomplete  
 Zone con cantieri attivi  
 Punti di possibile erodibilità e/o rottura  
 Tratto tombato  
 Zone potenzialmente interessate dall'apertura di fontanari  
 Altre:

**DESCRIZIONE**  
 La tavola rappresenta nella prima fila di pag. 2 il completamente creato. A seguito del crederlo anche le briglie di monte possono essere oggetto di scollamento della fondazione. L'argine in sinistra idraulica è completamente scollato.

**ESPOSTI IN PROSSIMITÀ DEL PUNTO CRITICO CONSIDERATO**  
 Edifici pubblici (indicare numero approssimativo):  
 Edifici privati (indicare numero approssimativo): **2**  
 Attività economiche:  insediamenti industriali  cantieri ed attività edilizie  attività commerciali  attività turistiche  
 Attività agricole  
 Opere idrauliche  
 Infrastrutture tecnologiche e di servizio:  gasdotti  linee elettriche  linee telefoniche  aerodromi  fontanari  
 Infrastrutture di trasporto:  strade comunali  strade provinciali e/o regionali  strade rurali  autostrade  ferrovie  
 Altro (specificare):

**DANNO POTENZIALE (potenziale):** Elevata erosione delle sponde con interessamento e compromissione delle strutture presenti (strade e attraversamenti) e delle reti di servizio (acqua, gas, fognature).

**GRADO DI ATTENZIONE DEL PUNTO:**  altissima  medio alta  alta  elevata

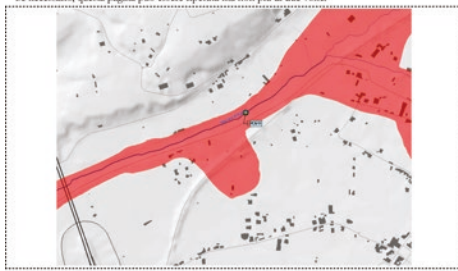
**EVENTUALI STRUMENTAZIONI DI MONITORAGGIO INSTALLATE:**  Finalizzate  Non finalizzate

**LIVELLO DI AFFIDABILITÀ DELL'INFORMAZIONE:**  basso  medio  alto  molto alto

**LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELL'INFORMAZIONE:**  basso  medio  alto  molto alto

**DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA E FOTOGRAFICA**

L'organizzazione della pagina e la scelta dei documenti è a cura del compilatore. Se necessario, questa pagina può essere ripetuta ma non più di due volte.



**DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA E FOTOGRAFICA**

L'organizzazione della pagina e la scelta dei documenti è a cura del compilatore. Se necessario, questa pagina può essere ripetuta ma non più di due volte.



> **Figura 4.4.8**  
 Scheda monografica, compilata, di un punto critico del Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).

Un esempio di tale procedura, secondo la quale le criticità rilevate durante le attività di PT vengono utilizzate per la verifica e l'aggiornamento delle fasi operative, è riportato in Tabella 4.4.6.

Caso per caso in base alla reale disponibilità ed efficacia del sistema di soglie pluviometriche di riferimento e del Presidio territoriale possono adottarsi schemi diversi che danno maggiore peso alle informazioni ritenute più affidabili.

**4.4.3.2 - Prodotti attività di affiancamento alle Regioni**

Nell'ambito delle attività B di affiancamento alle amministrazioni regionali è stata elaborato un Progetto di Presidio territoriale con indirizzi organizzativi e applicativi per ciascuna delle cinque Regioni (report B41BAS\_LG1, B41CAL\_LG1, B41CAM\_LG1, B41PUG\_LG1, B41SIC\_LG1). Ognuno dei documenti è stato strutturato per costituire un prodotto completo, adattato alla singola realtà regionale, circa il Presidio territoriale. Riporta infatti una introduzione al tema del Presidio territoriale, la normativa nazionale e regionale, la descrizione sintetica dei compiti del presidio, la descrizione sintetica degli scenari di evento e di rischio, l'articolazione territoriale del P.T., la qualifica e provenienza dei presidianti, il disciplinare del presidio, i costi del presidio, la formazione dei presidianti, i documenti per l'attività del presidio, il protocollo di presidio, le osservazioni, le comunicazioni e le decisioni del PT.

Inoltre, per la Regione Puglia le attività di affiancamento hanno riguardato la progettazione e la realizzazione di un corso di formazione sul Presidio territoriale idraulico, indirizzato a funzionari dell'Agenzia Regionale Attività Irrigugue e Forestali, che si è tenuto dal 19 febbraio al 26 marzo 2021.

**4.4.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali**

Le Linee guida, le procedure e i documenti tecnici predisposti per l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico trovano un esplicito riferimento circa il loro utilizzo in Delibere di Giunta Regionale inerenti alle Linee guida regionali per la pianificazione di protezione civile delle Regioni Calabria e Puglia e in Delibere di Giunta Regionale specifiche per l'organizzazione del Presidio territoriale nelle Regioni Basilicata, Calabria e Puglia. Sono stati inoltre oggetto di una deliberazione dirigenziale di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON da parte della Regione Siciliana nonché citati quali strumenti da utilizzare nel Piano di gestione del Rischio di Alluvioni adottato dalla Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia con Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 22 dicembre 2021 (vedi Allegato 1).

Periodo	Criteri di attivazione	Azioni da svolgere
Ordinario	In assenza dell'emanazione di un livello di allerta il Presidio territoriale non è operativo	<p>Approfondire il livello di conoscenza del territorio di competenza</p> <p>Favorire la partecipazione dei cittadini</p> <p>Partecipare ad esercitazioni</p> <p>Aggiornare documenti del Presidio</p> <p>Svolgere attività formative</p>
Allertamento	In seguito all'emanazione di un livello di allerta di colore giallo, arancione o rosso può essere attivata una specifica fase operativa (attenzione preallarme, allarme) e di conseguenza il Presidio territoriale diventa operativo nei tempi e nei modi previsti dal Piano di Protezione Civile comunale	<p>Mantenere collegamento con la Sala operativa regionale e/o con il Centro operativo di riferimento</p> <p>Percorrere gli itinerari di Presidio ed effettuare le osservazioni previste compilando le apposite schede</p> <p>Redigere il rapporto di sopralluogo</p> <p>Svolgere ulteriori attività o verifiche sulla base delle segnalazioni della Sala operativa regionale o del Centro operativo di riferimento</p>
Post allertamento	Finito il periodo di allertamento il Presidio territoriale non è più operativo	<p>Nel caso di evento:</p> <p>a) verificare gli effetti sul territorio di competenza e aggiornare i documenti di presidio relativamente a nuove criticità o a modifiche di quelle conosciute</p> <p>b) redigere un Rapporto di Evento</p> <p>c) partecipare, se richiesto, alla valutazione del rischio residuo</p>

> **Tabella 4.4.2**

Criteri di attivazione del PT e azioni da svolgere nei vari periodi.



	Smaltimento acque superficiali	Imbocco tratti tombati	Livelli idrici	Luci dei ponti	Sottopassi
Criticità MP gialla	Regolare	Libero	Inferiore alla soglia 1	Libere	Liberi, con deflusso delle acque superficiali regolare
Criticità MP arancione	Lento	Parzialmente ostruito (<40% della superficie)	Tra la soglia 1 e la soglia 2	Parzialmente ostruite Franco di almeno 2 m	Parzialmente allagati, con deflusso delle acque in progressivo accumulo
Criticità MP rossa	Impedito	Molto ostruito (>40% della superficie)	Al di sopra della soglia 2	Molto ostruite Franco inferiore a 2 m	Allagati in modo tale da impedire il transito

> **Tabella 4.4.3**

Esempio di attribuzione di livelli di criticità alle osservazioni del PT per alluvioni (MP-Monitoraggio Presidio).

## MONITORAGGIO E SORVEGLIANZA

### Presidio territoriale

PIOGGE IN CORSO	Criticità MP gialla	Criticità MP arancione	Criticità MP rossa
Soglia 1	Attenzione	Preallarme	Preallarme/Allarme
Soglia 2	Attenzione/Preallarme	Preallarme	Allarme
Soglia 3	Preallarme	Preallarme/Allarme	Allarme

> **Tabella 4.4.4**

Esempio di identificazione della fase operativa sulla base dei livelli di criticità riscontrati dal PT e del superamento di soglie pluviometriche (MP-Monitoraggio Presidio).

**MONITORAGGIO E SORVEGLIANZA**  
**Presidio territoriale**

Criticità MP gialla	Criticità MP arancione	Criticità MP rossa
Attenzione	Preallarme	Allarme

> **Tabella 4.4.5**

Esempio di identificazione della fase operativa sulla base dei livelli di criticità riscontrati dal PT (MP-Monitoraggio Presidio).

Fase Operativa attivata in base alla Fase Previsionale	Fase Operativa attivabile in base alla Fase di Monitoraggio e Sorveglianza	Fase Operativa da attivare
Attenzione	Preallarme	Preallarme
Attenzione	Allarme	Allarme
Preallarme	Allarme	Allarme

> **Tabella 4.4.6**

Esempio di identificazione della fase operativa sulla base dei livelli di criticità riscontrati dal PT e del superamento di soglie pluviometriche.

## 5.1 - ANALISI E VALUTAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE A SCALA COMUNALE

### 5.1.1 - Valutazione dell'adeguatezza dei Piani di Protezione Civile

Il Piano di Protezione Civile, secondo quanto previsto dall'articolo 18 del D.Lgs. n. 1/2018 e dalla recente Direttiva PCM del 30 aprile 2021, recante "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali" (di seguito Direttiva Piani), è l'attività di prevenzione non strutturale, svolta congiuntamente da tutte le amministrazioni ai diversi livelli territoriali, basata sull'insieme delle procedure operative di intervento finalizzate a fronteggiare una qualsiasi calamità attesa in un determinato territorio e a coordinare gli interventi di soccorso a tutela della popolazione e dei beni in un'area a rischio.

In particolare, il Piano è articolato in una prima parte generale, nella quale vengono raccolte tutte le informazioni sulle caratteristiche e sulla struttura del territorio, in una seconda parte, nell'ambito della quale vengono stabiliti gli obiettivi da conseguire per dare un'adeguata risposta di protezione civile ad una qualsiasi situazione d'emergenza ed, infine, nella parte relativa al modello d'intervento, con cui vengono assegnate le responsabilità decisionali ai vari livelli di comando e controllo.

Il Piano di Protezione Civile, considerata l'importanza strategica che riveste sia nella fase di prevenzione che nella gestione dell'emergenza, deve tener conto dell'evoluzione dell'assetto territoriale e delle variazioni negli scenari attesi ed è, pertanto, un documento in continuo aggiornamento. Alcune parti che compongono il Piano, come ad esempio la caratterizzazione degli elementi esposti e la composizione dell'apparato tecnico amministrativo responsabile, possono infatti diventare obsoleti in tempi anche brevi.

Tuttavia, in riferimento al rischio idrogeologico ed idraulico, il quadro complessivo che emerge a scala nazionale mostra una forte disomogeneità di contenuti ed evidenzia tal-

volta numerose incongruenze perlopiù riconducibili ad un mancato aggiornamento del Piano. Può essere riscontrata, ad esempio, l'assenza di localizzazione delle aree vulnerabili, di identificazione delle aree di protezione civile, delle definizioni delle tipologie di eventi attesi, nonché di una accettabile identificazione della struttura di comando e controllo dell'emergenza.

Appare perciò evidente l'esigenza di affrontare in modo organico questo nodo attraverso un progetto che preveda l'applicazione di strumenti di analisi e di valutazione efficaci e speditivi, finalizzati a controllare l'adeguatezza dei Piani esistenti e a verificare la sussistenza di requisiti minimi accettabili.

A tal proposito, nell'ambito delle attività del PON Idro, sono state sviluppate attività tecnico-scientifiche finalizzate alla predisposizione di strumenti di analisi e valutazione dei contenuti dei Piani di Protezione Civile esistenti.

Ai fini del miglioramento della pianificazione di protezione civile con specifico riferimento all'analisi dei piani per il rischio idrogeologico ed idraulico ci si è posti l'obiettivo di predisporre delle Linee guida per l'analisi e l'aggiornamento dei Piani di Protezione Civile esistenti nonché di definire dei criteri per l'analisi dei Piani di Protezione Civile con specifico riferimento agli scenari di evento e di rischio, al sistema di allertamento e al Presidio territoriale idrogeologico ed idraulico.

Per quanto concerne invece la valutazione dei piani ai diversi livelli territoriali, è opportuno che questa sia effettuata con strumenti oggettivi e replicabili, anche mediante un processo di "autovalutazione" da parte dell'Ente responsabile ai fini di una verifica di congruità e adeguatezza. Nell'ambito del progetto PON Idro ci si è quindi posti l'obiettivo di definire Linee guida per l'applicazione di un modello di valutazione standard del Piano di Protezione Civile, utilizzabile anche da parte di ciascun Ente per una analisi del sistema di protezione civile nel suo complesso.

Altro aspetto molto importante dei Piani di

Protezione Civile riguarda il loro aggiornamento. Il Piano di Protezione Civile è uno strumento dinamico: con il passare del tempo possono cambiare i rischi che interessano il territorio, possono cambiare i soggetti responsabili della gestione dell'emergenza, possono cambiare le procedure per la trasmissione delle informazioni ai vari livelli territoriali. Chi si occupa di gestire il territorio, così come la popolazione che ci vive ha bisogno di informazioni quanto più aggiornate possibili così da fronteggiare adeguatamente ogni calamità.

Il miglioramento della pianificazione passa anche attraverso delle procedure per il suo aggiornamento. In tal senso è stata elaborata una procedura per la verifica e l'eventuale aggiornamento del piano di protezione civile in seguito ad un evento idraulico/idrogeologico.

### 5.1.2 - Attività svolte

La realizzazione dei documenti metodologici e degli strumenti informatici si inquadra all'interno di due azioni entrambe afferenti alla Linea A di intervento:

- azione A31 "Analisi dei Piani di Protezione Civile con specifico riferimento al rischio idrogeologico e idraulico";
- azione A43 "Criteri e procedure per l'implementazione di un modello di valutazione standard della pianificazione di protezione civile".

In particolare, nell'ambito del RTI-CIMA, affidatario dei servizi relativi al PON Idro, lo sviluppo tecnico-scientifico relativamente all'analisi dei piani è stata condotta dalla Fondazione Politecnico di Milano mentre la parte relativa alla valutazione dei piani è stata affrontata dal CAMILab-Università della Calabria.

Per distinguere l'utilità della fase di analisi dalla successiva fase di valutazione, è necessario fare una riflessione sulla differenza tra analisi e valutazione dei Piani. Gli elementi utili a marcare tali differenze sono fondamentalmente le finalità e i potenziali fruitori delle informazioni che ne derivano.

L'analisi dei Piani di Protezione Civile, pertanto, consente di disporre di dati aggiornati sullo stato della pianificazione a livello regionale e nazionale, e quindi di monitorare costantemente e senza dispendio di risorse elevate, il suo "stato di salute" e la sua diffusione, individuando al contempo l'eventuale presenza di lacune diffuse nella compilazione di uno o più moduli del Piano.

Inoltre, poter disporre di dati relativi allo stato della pianificazione e al grado di completezza e coerenza con gli indirizzi esistenti dei Piani comunali, consente indirettamente di conoscere il grado di operatività del sistema di Protezione Civile.

Pertanto, le finalità dell'analisi possono essere sinteticamente così elencate:

- analizzare il grado di distribuzione e aggiornamento della pianificazione a livello regionale e nazionale;
- analizzare la coerenza e completezza dei piani rispetto ai riferimenti normativi e alle direttive nazionali e regionali;
- verificare la presenza delle sezioni e delle informazioni essenziali per garantire la funzionalità ed operatività del Piano;
- individuare le lacune e i punti di forza più diffusi nei piani esistenti.

Relativamente all'attività prevista nell'ambito del progetto PON, il lavoro si è concentrato maggiormente sulla elaborazione di una Scheda di analisi del Piano comunale di Protezione Civile, in coordinamento con l'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IGAG), affidatario dell'incarico relativo al PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 per il rischio sismico e vulcanico.

L'organizzazione e la struttura e i contenuti della Scheda di analisi sono coerenti con quanto disposto dalla Direttiva Piani e con la struttura dati del "Catalogo nazionale dei Piani di Protezione Civile", di cui al Capitolo 6 della medesima Direttiva, in corso di realizzazione da parte del Dipartimento della Protezione Civile.

La scheda prodotta è stata testata sui Pia-

ni di Protezione Civile di 50 Comuni (10 per ognuna delle cinque Regioni interessate), selezionati dalle strutture di Protezione civile delle Regioni Puglia, Basilicata, Sicilia, Calabria e Campania, al fine di verificarne sia la completezza che la chiarezza e comprensibilità dei campi.

Va sottolineato che l'espressione di un parere qualitativo o di un giudizio di "accettabilità" del Piano non rientra tra le finalità della Scheda di analisi predisposta dalla Fondazione Politecnico di Milano, vi è quindi la mancanza di un approfondimento tale da consentire una valutazione di merito dei contenuti dei diversi moduli analizzati. Ne consegue che non è possibile l'espressione di un parere di accettabilità dei singoli moduli e del Piano nel suo complesso, tale parere è completamente demandato alla fase di valutazione sviluppata dal CAMILab-Università della Calabria.

La valutazione dei Piani di Protezione Civile è, invece, uno strumento che permette di analizzare un Piano e di testare la qualità dello stesso sulla base di specifiche attività che richiedono l'identificazione di un preciso orientamento, l'adozione di adeguate metodologie e l'individuazione eventuale di possibili margini di miglioramento.

Si deve doverosamente premettere che, secondo quanto previsto dalla Direttiva PCM del 30 aprile 2021, la valutazione dell'operatività del piano, ai diversi livelli territoriali, è opportuno che venga effettuata con strumenti oggettivi e replicabili. Inoltre, una verifica preliminare di congruità ed adeguatezza del piano può anche essere realizzata mediante l'applicazione di un metodo di autovalutazione da parte dell'Ente responsabile, secondo quanto verrà poi stabilito dagli indirizzi regionali. Le Regioni, inoltre, possono effettuare un'ulteriore verifica di rispondenza agli indirizzi regionali sulla pianificazione di protezione civile, da svolgersi secondo metodologie che vengono definite dalle Regioni stesse. In tale ottica, i prodotti elaborati, Scheda di analisi predisposta dalla Fondazione Politecnico di Milano, e scheda di

valutazione sviluppata dal CAMILab-Università della Calabria, potrebbero costituire un utile strumento a disposizione delle Regioni. Nell'ambito dell'attività di "Definizione di Linee guida per un modello di valutazione standard della pianificazione di Protezione Civile comunale e intercomunale" sono stati proposti criteri per la costruzione di metodi per la valutazione dei Piani di Protezione Civile.

Fra questi metodi, vi è quello mirato a valutare la completezza del piano rispetto ai contenuti della Scheda di analisi prodotta nell'ambito del PON Governance e Capacità istituzionale 2014-2020, attraverso l'impiego di una specifica procedura denominata "QUEST", descritta successivamente, la quale fornisce misure per la verifica dell'accettabilità, sia del Piano di Protezione Civile nel suo complesso che delle sue componenti, assumendo una strutturazione per sezioni e moduli.

Anche relativamente a questa attività il Progetto standard di valutazione è stato sperimentato sugli stessi 50 Piani di Protezione Civile utilizzati per l'analisi.

### **5.1.3 - Prodotti realizzati**

#### **5.1.3.1 - Linee guida e tool informatici per l'analisi dei Piani di Protezione Civile**

La Fondazione POLIMI e il CNR-IGAG hanno elaborato congiuntamente una Scheda di analisi, strutturata per essere rapida da compilare e facile da utilizzare.

La scheda è sintetica e schematica, prevede risposte oggettive, non soggette alla valutazione o all'interpretazione dell'operatore, in modo da favorirne la diffusione a livello nazionale e beneficiare di dati omogenei su tutto il territorio, confrontabili tra loro. Infine, in un'ottica di informatizzazione dei Piani, una scheda sì fatta agevola l'inserimento di una procedura di analisi nei sistemi informativi utilizzati per la pianificazione, al fine di automatizzare l'operazione e avere a disposizione rapporti statistici tempestivi e aggiornati all'attualità.

### Sezione 1 - RIFERIMENTI GENERALI

#### 1.a - IDENTIFICATIVI

1.1 Id scheda:

1.2 Data di compilazione\*:

1.3 Regione:  1.4 Codice Regione:

1.5 Prov./Prov. Autonomia/CM:  1.6 Codice ISTAT - UTS:

1.7 Piano comunale:  1.8 Comune:  1.9 Codice ISTAT - Comune:

1.10 Località abitate ISTAT:  1.11 Abitanti:  1.12 Superficie (mq):

1.13 CT:  1.14 ATO:

1.15 Piano intercomunale:  1.16 Codice ISTAT - Comune sede:  1.17 Comune sede:

1.18 Associazione:

1.19 Numero Comuni:

#### 1.b - FORME ASSOCIATIVE

1.20 Ha rilevanza intercomunale:  1.21 Sede CCS:  Se sì

1.22 Sede COM/ATO:

1.23 Comune di riferimento del Contesto Territoriale:

1.24 Forma istituzionale di associazione tra comuni:  1.25 La sede è nel comune oggetto del presente piano:

1.26 Ha Piano di Protezione Civile Intercomunale:

### Sezione 2 - APPROVAZIONE E AGGIORNAMENTO DEL PIANO

2.1 Delibera\*:  2.2 Numero:

2.3 Data:

2.4 Data di redazione del Piano:

2.5 Anno di redazione precedente:

> **Figura 5.1.1**  
Sezioni 1 e 2 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).

La scheda, organizzata in 7 sezioni:

- SEZIONE 1 - Riferimenti generali
  - 1.a - Identificativi
  - 1.b - Forme associative
- SEZIONE 2 - Approvazione e aggiornamento del Piano
- SEZIONE 3 - Inquadramento del territorio
- SEZIONE 4 - Individuazione dei rischi e definizione dei relativi scenari
- SEZIONE 5 - Modello di intervento
  - 5.a - Organizzazione del Sistema di Protezione Civile
  - 5.b - Procedure Operative di intervento

- SEZIONE 6 - Formazione ed informazione
- SEZIONE 7 - Schede tecniche e allegati

La sezione 1, oltre a richiedere l'identificativo e la data di compilazione della scheda, è utile a raccogliere i dati relativi all'inquadramento territoriale del Comune, tra caratteri amministrativi, demografici e territoriali, e quelli inerenti le eventuali forme associative di cui il Comune è parte. La sezione 2 invece, ha come oggetto le informazioni riguardanti l'approvazione e l'aggiornamento del Piano oggetto di analisi (Figura 5.1.1).

### Sezione 3 - INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO

Caratterizzazione territoriale	Descrittiva		Mappe		3.11 Numero sub-ripartizioni territoriali*
	3.1	3.2 *	3.3	3.4 *	
Morfologica	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	3.12 Individuazione popolazione in condizioni di fragilità: <input type="checkbox"/>
Idrografica	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	3.13 Individuazione cartografica servizi essenziali: <input type="checkbox"/>
Infrastrutturale	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	3.14 Individuazione cartografica attività produttive: <input type="checkbox"/>
Demografica	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	3.15 Presenza di analisi presenze turistiche: <input type="checkbox"/>
Uso del suolo	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="Nessuna mappa"/>	

### Sezione 4 - INDIVIDUAZIONE DEI RISCHI E DEFINIZIONE DEI RELATIVI SCENARI

	PERICOLOSITA'				ESPOSIZIONE								VULNERABILITA'		RISCHIO		
	Analisi		Tipologia Dati		Popolazione e abitazioni		Beni culturali		Edifici Pubblici e rilevanti		Infrastrutture		Attività socio-economiche		Analisi	Tipologia Dati	
	Stati	Dati	Stati	Dati	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	Mappe	
Sismico	4.1	4.2	4.3 *	4.4 *	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16 *	4.17 *
Vulcanico	4.18	4.19	4.20 *	4.21 *	4.22	4.23	4.24	4.25	4.26	4.27	4.28	4.29	4.30	4.31	4.32	4.33 *	4.34 *
Tsunami/maremoto	4.35	4.36	4.37 *	4.38 *	4.39	4.40	4.41	4.42	4.43	4.44	4.45	4.46	4.47	4.48	4.49	4.50 *	4.51 *
Idrogeologico	4.52	4.53	4.54 *	4.55 *	4.56	4.57	4.58	4.59	4.60	4.61	4.62	4.63	4.64	4.65	4.66	4.67 *	4.68 *
Idraulico	4.69	4.70	4.71 *	4.72 *	4.73	4.74	4.75	4.76	4.77	4.78	4.79	4.80	4.81	4.82	4.83	4.84 *	4.85 *
Meteorologico	4.86	4.87	4.88 *	4.89 *	4.90	4.91	4.92	4.93	4.94	4.95	4.96	4.97	4.98	4.99	4.100	4.101 *	4.102 *
Crisi idrica	4.103	4.104	4.105 *	4.106 *	4.107	4.108	4.109	4.110	4.111	4.112	4.113	4.114	4.115	4.116	4.117	4.118 *	4.119 *
Incendi	4.120	4.121	4.122 *	4.123 *	4.124	4.125	4.126	4.127	4.128	4.129	4.130	4.131	4.132	4.133	4.134	4.135 *	4.136 *
Incidenti rilevanti	4.137	4.138	4.139 *	4.140 *	4.141	4.142	4.143	4.144	4.145	4.146	4.147	4.148	4.149	4.150	4.151	4.152 *	4.153 *
Dighe	4.154	4.155	4.156 *	4.157 *	4.158	4.159	4.160	4.161	4.162	4.163	4.164	4.165	4.166	4.167	4.168	4.169 *	4.170 *

4.171 Rischio sanitario:  4.172 Rischi esterni ai confini amministrativi:  4.173 Punti e zone critiche:

> **Figura 5.1.2**  
Sezioni 3 e 4 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).

Sezione 5 - MODELLO DI INTERVENTO

5.a - ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CIVILE

FUNZIONI DI SUPPORTO E DEFINIZIONE ATTIVITA'

**Tecnica e Pianificazione**  
 5.1 Assegnata  5.2 Descrizione attività  5.3 Assegnata  5.4 Descrizione attività  5.5 Assegnata  5.6 Descrizione attività

**Materiali e mezzi**  
 5.7 Assegnata  5.8 Descrizione attività  5.9 Assegnata  5.10 Descrizione attività  5.11 Assegnata  5.12 Descrizione attività

**Strutture operative locali e viabilità**  
 5.13 Assegnata  5.14 Descrizione attività  5.15 Assegnata  5.16 Descrizione attività  5.17 Assegnata  5.18 Descrizione attività

5.19 Numero totale di funzioni di supporto

**Responsabili delle Funzioni di supporto**  
 5.20 Numero  5.21 Sono indicati i nominativi e i contatti dei responsabili

**Sede COC**  
 5.22 Individuazione sede dedicata

AREE DI EMERGENZA

5.23 Numero\*  5.24 Superficie totale (mq)  5.25 Localizzazione cartografica  5.26 Localizzazione cartografica  5.27 Localizzazione cartografica

5.28 Localizzazione cartografica  5.29 Localizzazione cartografica  5.30 Localizzazione cartografica

5.31 Localizzazione cartografica  5.32 Localizzazione cartografica  5.33 Localizzazione cartografica

RISORSE

5.34 Numero organizzazioni locali\*  5.35 Numero organizzazioni esterne\*  5.36 Numero organizzazioni con rilevanza regionale o nazionale\*

5.37 Squadra/Nucleo Comunale di Protezione Civile

5.38 Numero mezzi\*  5.39 Numero di mezzi comunali  5.40 Censimento materiali  5.41 Magazzino

5.42 Stazioni Meteo  5.43 Idrometri  5.44 Stazioni di monitoraggio sismico  5.45 Stazioni di monitoraggio frane

COLLEGAMENTI INFRASTRUTTURALI

5.46 Scala mappa  5.47 Cancelli stradali

TUTELA AMBIENTALE

5.48 Individuazione soggetti competenti  5.49 Individuazione cartografica delle strutture per la gestione dei rifiuti

5.b - PROCEDURE OPERATIVE DI INTERVENTO

INDICARE IN CHE MODO NEL PIANO SONO DEFINITE LE PROCEDURE OPERATIVE

	Definizione	Differenziazione per fasi operative	Criteri di attivazione e disattivazione delle fasi	Numero di funzioni di supporto attivate	Soggetto responsabile	Soggetti attuatori	Risorse impiegate
Per rischi non differenziati	5.46 <input type="checkbox"/>	5.47 <input type="checkbox"/>	5.48 <input type="text" value=""/>	5.49 <input type="text" value=""/>	5.50 <input type="checkbox"/>	5.51 <input type="checkbox"/>	5.52 <input type="checkbox"/>
Raggruppate per rischi non prevedibili	5.53 <input type="checkbox"/>			5.54 <input type="text" value=""/>	5.55 <input type="checkbox"/>	5.56 <input type="checkbox"/>	5.57 <input type="checkbox"/>
Raggruppate per rischi prevedibili	5.58 <input type="checkbox"/>	5.59 <input type="checkbox"/>	5.60 <input type="text" value=""/>	5.61 <input type="text" value=""/>	5.62 <input type="checkbox"/>	5.63 <input type="checkbox"/>	5.64 <input type="checkbox"/>
Per rischio sismico	5.65 <input type="checkbox"/>			5.66 <input type="text" value=""/>	5.67 <input type="checkbox"/>	5.68 <input type="checkbox"/>	5.69 <input type="checkbox"/>
Per rischio vulcanico	5.70 <input type="checkbox"/>	5.71 <input type="checkbox"/>	5.72 <input type="text" value=""/>	5.73 <input type="text" value=""/>	5.74 <input type="checkbox"/>	5.75 <input type="checkbox"/>	5.76 <input type="checkbox"/>
Per rischio tsunami/maremoto	5.77 <input type="checkbox"/>	5.78 <input type="checkbox"/>	5.79 <input type="text" value=""/>	5.80 <input type="text" value=""/>	5.81 <input type="checkbox"/>	5.82 <input type="checkbox"/>	5.83 <input type="checkbox"/>
Per rischio idrogeologico	5.84 <input type="checkbox"/>	5.85 <input type="checkbox"/>	5.86 <input type="text" value=""/>	5.87 <input type="text" value=""/>	5.88 <input type="checkbox"/>	5.89 <input type="checkbox"/>	5.90 <input type="checkbox"/>
Per rischio idraulico	5.91 <input type="checkbox"/>	5.92 <input type="checkbox"/>	5.93 <input type="text" value="Non previsti"/>	5.94 <input type="text" value=""/>	5.95 <input type="checkbox"/>	5.96 <input type="checkbox"/>	5.97 <input type="checkbox"/>
Per rischio meteorologico	5.98 <input type="checkbox"/>	5.99 <input type="checkbox"/>	5.100 <input type="text" value=""/>	5.101 <input type="text" value=""/>	5.102 <input type="checkbox"/>	5.103 <input type="checkbox"/>	5.104 <input type="checkbox"/>
Per rischio crisi idrica	5.105 <input type="checkbox"/>	5.106 <input type="checkbox"/>	5.107 <input type="text" value=""/>	5.108 <input type="text" value=""/>	5.109 <input type="checkbox"/>	5.110 <input type="checkbox"/>	5.111 <input type="checkbox"/>
Per rischio incendi	5.112 <input type="checkbox"/>	5.113 <input type="checkbox"/>	5.114 <input type="text" value=""/>	5.115 <input type="text" value=""/>	5.116 <input type="checkbox"/>	5.117 <input type="checkbox"/>	5.118 <input type="checkbox"/>
Per rischio incidente rilevante	5.119 <input type="checkbox"/>	5.120 <input type="checkbox"/>	5.121 <input type="text" value=""/>	5.122 <input type="text" value=""/>	5.123 <input type="checkbox"/>	5.124 <input type="checkbox"/>	5.125 <input type="checkbox"/>
Per rischio dighe	5.126 <input type="checkbox"/>	5.127 <input type="checkbox"/>	5.128 <input type="text" value=""/>	5.129 <input type="text" value=""/>	5.130 <input type="checkbox"/>	5.131 <input type="checkbox"/>	5.132 <input type="checkbox"/>
	5.133	Procedure di rilevamento danni	<input type="checkbox"/>	5.134	Procedure di assistenza alla popolazione vulnerabile	<input type="checkbox"/>	

INDICARE IN CHE MODO NEL PIANO È DEFINITO IL SISTEMA DI ALLERTAMENTO

	Presidio/monitoraggio osservativo	Sistema di allertamento
Per rischi non differenziati	5.135 <input type="checkbox"/> Previsto con monitoraggio di punti critici/punt	5.136 <input type="text" value=""/>
Raggruppate per rischi prevedibili	5.137 <input type="checkbox"/> <input type="text" value=""/>	5.138 <input type="text" value=""/>
Per rischio vulcanico		5.139 <input type="text" value=""/>
Per rischio maremoto		5.140 <input type="text" value=""/>
Per rischio idraulico, idrogeologico e meteorologico	5.141 <input type="checkbox"/> Non previsto	5.142 <input type="text" value=""/>
Per rischio incendi boschivi e d'interfaccia	5.143 <input type="checkbox"/> <input type="text" value=""/>	5.144 <input type="text" value=""/>
Per rischio dighe	5.145 <input type="checkbox"/> <input type="text" value=""/>	5.146 <input type="text" value=""/>
	5.147	Cartografia del modello d'intervento <input type="checkbox"/>

CONTINUITA' AMMINISTRATIVA

5.148 Regione  5.149 Provincia  5.150 Comune

SCAMBIO INFORMAZIONI

5.151 Tra comune e comuni limitrofi  5.152 Tra Comune e Provincia  5.153 Tra Comune e Regione

5.154 Previsione dell'uso di un sistema informativo di supporto alle decisioni  5.155 Previsione dell'uso di un sistema di videoconferenza

> Figura 5.1.3  
 Sezione 5 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).

**Sezione 6 - FORMAZIONE ED INFORMAZIONE**

6.1 Referente per le attività di formazione e informazione\*

6.2 Attività formative per le risorse operative di protezione civile

Esercitazioni di Protezione Civile  
 6.3 Sono previste  Se si  Dopo aver aggiornato il Piano  
 6.5 Frequenza  6.6 Indicarne la tipologia

Campagne informative per la popolazione  
 6.7 Sono previste  Se si  6.8 Frequenza

---

**Sezione 7 - SCHEDE TECNICHE E ALLEGATI**

Schede tecniche delle risorse  
 6.9 Sistemi di comunicazione in emergenza  6.10 Cartellonistica di emergenza  6.11 Sono previsti programmi formativi scolastici

7.1 Mezzi e materiali  7.2 Associazioni di volontariato  7.3 Responsabili funzioni di supporto

Modulistica  
 7.4 Format avvisi e bollettini  7.5 Modelli ordinanze  7.6 Schede di rilevamento sul campo

7.7 Gestori dei pubblici servizi

> **Figura 5.1.4**  
 Sezioni 6 e 7 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).

Parte dei campi di queste prime due sezioni si compilano automaticamente inserendo il nome del Comune, sulla base dei più aggiornati dati ISTAT disponibili, la restante parte può essere compilata reperendo le informazioni presso gli uffici comunali e regionali di protezione civile.

Le sezioni 3, 4, 5, 6 e 7 corrispondono ciascuna ad una delle sezioni che, secondo quanto definito dalle Linee guida regionali e dalla Direttiva Piani, devono essere presenti nel Piano di Protezione Civile (figg. 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4). Con la sezione 3 viene introdotta la parte relativa all'analisi del piano vero e proprio. Essa corrisponde all'inquadramento del territorio e indaga la presenza nel piano dei documenti e delle cartografie riguardanti la descrizione del contesto a cui il piano fa riferimento.

La sezione 4 riguarda invece la parte relativa all'analisi dei rischi e alla costruzione degli scenari di rischio corrispondenti, riporta l'elenco dei rischi così come definito nel *National Risk Assessment*. Per ciascun rischio c'è una riga di campi da compilare suddivisa secondo quelle che sono le componenti dell'equazione del rischio ( $R = P \times E \times V$ ), ovvero la pericolosità (P), l'esposizione (E), la vulnerabilità (V) e il rischio (R).

La sezione 5, infine, è suddivisa in "Organizzazione del Sistema di Protezione Civile" e "Procedure operative di intervento" e riguarda l'analisi delle componenti del piano relative alle funzioni di supporto, alle Aree di Emergenza, alle risorse (uomini, mezzi e materiali), ai collegamenti infrastrutturali, alla gestione dei rifiuti in emergenza, alle procedure operative, al sistema di allertamento, alla continuità amministrativa e allo scambio di informazioni. In particolare, le parti relative a procedure operative e sistema di allertamento, sono strutturate in modo da non perdere il dettaglio relativo alla eventuale caratterizzazione delle informazioni per singoli rischi o tra rischi prevedibili e non prevedibili. Nella scheda queste informazioni sono, infatti, suddivise in tre

parti compilabili in maniera alternativa:

- per rischi non differenziati, da compilare se nel Piano non è stata svolta una distinzione tra i diversi rischi;
- raggruppate per rischi non prevedibili/raggruppate per rischi prevedibili, da compilare se nel Piano è stata svolta una distinzione generica tra rischi prevedibili e non prevedibili;
- per tipologia di rischio, se nel Piano per ogni rischio sono descritti separatamente e in modo dettagliato le procedure operative e sistema di allertamento.

La sezione 6 riguarda l'analisi della presenza delle informazioni relative alle esercitazioni e alla informazione alla popolazione. Infine, la sezione 7 analizza la presenza di allegati quali schede, tabelle, rubriche e modulistica.

La Fondazione POLIMI ha realizzato un documento di Linee guida per l'analisi dei piani (report A31\_LG1) e il relativo strumento di applicazione elaborato con il software excel (tool informatico A31\_T12).

### 5.1.3.2 - Linee guida e tool informatici per la valutazione dei Piani di Protezione Civile

#### Le fasi della valutazione

Nell'ambito dell'attività svolta per l'attività di "Definizione di Linee guida per un modello di valutazione standard della pianificazione di Protezione Civile comunale e intercomunale", il CAMILab-Università della Calabria ha proposto dei criteri per la costruzione di metodi per la valutazione dei Piani di Protezione Civile.

In particolare, la valutazione dei Piani di Protezione Civile può essere sviluppata secondo quattro fasi:

1. definizione degli obiettivi della valutazione;
2. costruzione della Scheda di analisi;
3. individuazione della procedura di valutazione;
4. identificazione dei criteri decisionali.



## RILEVANZA DEGLI INDICATORI

Rilevanza	Indice di rilevanza
Rilevante	1
Molto rilevante	2
Di grandissima rilevanza	3
Di massima rilevanza	4

> **Tabella 5.1.1**  
Rilevanza indicatori.

### La procedura di valutazione

In merito all'individuazione della procedura di valutazione, il CAMILab ha sviluppato diversi approcci, partendo da un livello di complessità via via crescente:

- Metodo  $\alpha$  (o metodo binario) che assegna un valore binario a ciascun elemento analizzato e prevede l'attribuzione di rilevanze e pesi uguali.
- Metodo  $\beta$  (o metodo misto) che assegna un valore binario a ciascun elemento analizzato e attribuisce rilevanze e pesi diversi.
- Metodo  $\gamma$  (o metodo delle rilevanze) che assegna un valore non binario a ciascun elemento analizzato e attribuisce rilevanze e pesi diversi.

Prima di descrivere nel dettaglio i metodi elencati è opportuno specificare che per l'attribuzione dei pesi si fa riferimento al *Numerical Rating*. In particolare, si è definita una scala di RILEVANZA, riportata nella Tabella 5.1.1, alla quale si assegna a ciascun elemento il valore ritenuto più opportuno.

Il primo approccio proposto (metodo  $\alpha$ ) consente di valutare i contenuti di un Piano sulla base di una duplice alternativa (es. sì/no, presente/assente). In particolare, tale metodo consente di valutare la conformità del Piano attraverso un semplice conteggio dei contenuti presenti e di contenuti mancanti, attribuendo la stessa rilevanza per ognuno di essi. Il secondo approccio (metodo  $\beta$ ) introduce rispetto al primo un grado di complessità maggiore, in quanto a ciascun elemento del piano viene assegnata una rilevanza diversa e sulla base di questa viene calcolato il peso degli

elementi. In particolare, si assegna un valore binario a ciascun elemento e il valore del Piano si ottiene come somma pesata dei valori dei singoli elementi.

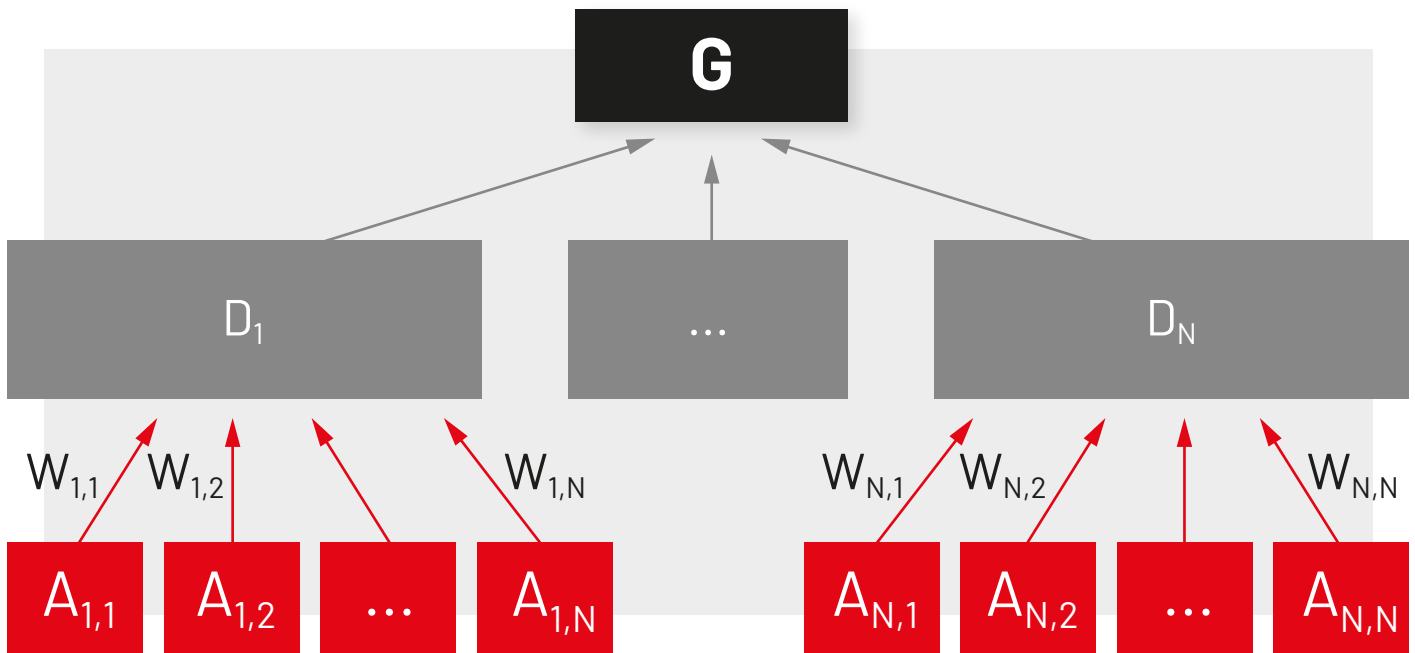
Come per il precedente, il secondo metodo consente di valutare la conformità del Piano attraverso un semplice conteggio dei contenuti presenti e di contenuti mancanti, con la sola differenza che in questo caso gli indicatori assumono rilevanze diverse.

Con il terzo approccio metodologico (metodo  $\gamma$  o metodo delle rilevanze) si prevede di associare ai vari elementi analizzati, non solo rilevanze (e pesi) diverse, ma i valori degli elementi che variano in un certo intervallo, anziché assumere semplicemente un valore binario, come effettuato per i metodi esposti in precedenza.

In questo caso, il metodo proposto dal CAMILab viene sviluppato con la procedura QUEST e con la procedura della Content Analysis. La prima, la procedura QUEST (Quantitative Estimator), è una procedura semplice, flessibile e razionale che permette di effettuare una stima quantitativa di "grandezze concettuali" utilizzate nel settore della protezione civile e utili per esprimere concetti fondamentali quali vulnerabilità, capacità, sostenibilità, operatività ecc.

In sintesi, la procedura QUEST proposta dal CAMILab prevede i seguenti passi (Figura 5.1.5):

- definire puntualmente la grandezza  $G$  di interesse;
- individuare eventuali Domini ( $D$ ) in cui scomporre  $G$ ;
- identificare gli Attributi  $a_i$  relativi alla grandezza  $G$  (o al Dominio di riferimento);



> **Figura 5.1.5**  
 Schema Quest per domini (Fonte: CAMILab).

- identificare uno o più Indicatori  $I_i$  per ogni attributo;
- valutare la rilevanza  $r_{i,j}$  degli Indicatori;
- stimare il peso  $w_{i,j}$  degli Indicatori di ogni Attributo;
- assegnare il valore  $i_{i,j} \in [0 \div 1]$  agli Indicatori;
- calcolare il valore dell'Attributo  $a_i$ ;
- valutare la rilevanza  $r_i$  degli Attributi;
- stimare il peso  $w_i$  degli Attributi;
- calcolare, con analoga procedura, i valori dei Domini (qualora previsti);
- calcolare il valore della Grandezza, in base ai valori assunti dai Domini e dei relativi pesi, ovvero, se i Domini non sono previsti in base ai valori assunti dagli attributi e dai relativi pesi;
- la procedura della Content Analysis, invece, assegna un punteggio a ciascun elemento analizzato e prevede l'aggregazione dei valori per insiemi (sezioni/scheda/caratteristiche) attraverso una media ponderata o semplice. Nello specifico, tale procedura prevede il recepimento della Scheda di analisi descritta in precedenza.

Ai singoli elementi identificati dalla scheda e in alcuni casi alla loro combinazione, viene associato un punteggio seguendo lo schema, maggiormente usato in letteratura, di associare un punteggio pari a 2, nel caso in cui l'elemento sia completamente presente nel Piano, un punteggio pari a 1, se l'elemento è parzialmente presente nel Piano, ed infine pari a 0 se l'elemento è totalmente assente. Successivamente, attraverso una media ponderata o semplice, si decide se aggregare i valori ottenuti per ogni sezione o caratteristica per macro-insiemi o per l'intero piano.

### Identificazione dei criteri decisionali

In maniera analoga a quanto sviluppato nella precedente fase relativa alla procedura di valutazione, il CAMILab ha proposto due differenti criteri decisionali. Il primo consiste nell'assegnare una rilevanza  $R$  ad ogni sezione e nel valutare l'accettabilità delle sezioni in funzione della percentuale  $P$  espressa come:

$$P = \frac{\text{(somma rilevanze dei contenuti presenti nella sezione)}}{\text{(somma rilevanze di tutti i contenuti)}}$$

In base alla percentuale ottenuta il CAMILab ha proposto una valutazione con uno schema quale quello rappresentato nella Tabella. 5.1.2.

Il secondo criterio introduce una scala di valutazione specifica per ogni tipologia di elemento analizzata (modulo-sezione-Piano) dove, il valore di ogni modulo ( $M$ ) è dato dalla sommatoria dei prodotti di ciascuno indicatore, il valore della sezione ( $S$ ) è dato dalla sommatoria dei prodotti di ciascuno modulo e, in maniera analoga, il valore del Piano ( $P$ ) si ottiene come sommatoria dei prodotti di ciascuna sezione. Nella Tabella 5.1.3 si riporta la scala di valutazione finale del Piano proposta dal CAMILab. Il CAMILab ha realizzato un documento di Linee guida per la valutazione dei Piani di Protezione Civile (report A43\_LG1), un documento in cui vengono descritti gli schemi applicativi delle procedure di valutazione di un PPC e lo strumento di applicazione del metodo di valutazione elaborato con il software excel (tool informatico A43\_TI1).

Valutazione	Percentuale (P)
<b>NON ACCETTABILE</b> Il Piano deve essere completamente rifatto	P<40%
<b>LARGAMENTE INSUFFICIENTE</b> Il Piano deve essere completamente rifatto o ampiamente modificato	40%<P<60%
<b>INSUFFICIENTE</b> Il Piano deve essere completamente rifatto	60%<P<80%
<b>ACCETTABILE</b> È consigliabile effettuare le opportune modifiche e integrazioni	P>80%

> **Tabella 5.1.2**  
 Criterio di accettabilità del Piano.

Il tool informatico "pesca" i dati dal foglio excel implementato per l'analisi del Piano di Protezione Civile (collegamento tra i tools A31\_T12 e A43\_T11).

### Verifica e aggiornamento del Piano di Protezione Civile

A seguito di un evento idrogeologico rilevante è opportuno verificare ex-post l'efficacia del Piano e la sua capacità di dare una efficace risposta al verificarsi del fenomeno calamitoso. È stata elaborata una procedura di analisi, applicabile per quei piani che siano stati redatti con criteri coerenti con quelli dettati dalla Direttiva Piani (report A43\_DT4), finalizzata a far emergere eventuali criticità dei piani stessi. Essa si basa su pochi elementi ritenuti strategici, definiti Attributi, per ognuno dei quali sono stati individuati degli Indicatori, espressi come un quesito al quale si può dare una risposta binaria.

Gli Attributi sono:

- scenari di evento e di rischio;
- modello di intervento;
- Presidio territoriale;
- popolazione.

Nella Tabella 5.1.4 vengono riportati, a titolo di esempio, gli indicatori per gli scenari di evento e di rischio.

#### 5.1.3.3 - Prodotti attività di affiancamento alle Regioni

Come detto in precedenza la Scheda di analisi dei piani è stata validata mediante l'applicazione 50 casi di studio, 10 per ognuna delle cinque Regioni coinvolte. Ciò è servito a testare sia la scheda in sé, che

gli elementi ad essa connessi, quali ad esempio il file Excel e le istruzioni di compilazione. La selezione dei Comuni di cui analizzare il Piano si è articolata in una prima fase di definizione dei criteri di selezione dei Comuni, a cui ha fatto seguito un confronto con le Regioni, durante il quale le stesse hanno manifestato le proprie esigenze, sulla base delle quali sono stati redatti gli elenchi definitivi dei Comuni di cui raccogliere i Piani.

Per ognuno dei 50 piani è stata compilata la relativa scheda excel e gli esiti della sperimentazione sono riportati in rapporti tecnici, uno per ciascuna Regione (B31\_BAS\_RT1; B31\_CAL\_RT1; B31\_CAM\_RT1; B31\_PUG\_RT1; B31\_SIC\_RT1).

I risultati dell'applicazione del metodo di valutazione ai 50 Piani di Protezione Civile pilota sono riportati nel report A43\_LG1\_ALLEGATO 2. Nella Figura 5.1.6 è rappresentata la distribuzione del campione rispetto alle classi di valutazione del PPC riportate nella Tabella 5.1.3.

Nella gran parte dei casi il Piano di Protezione Civile, valutato secondo il metodo proposto, risulta insufficiente a causa di carenze, anche gravi, e necessità quindi di essere integrato o, in alcuni casi, completamente rifatto. A tale dato negativo contribuisce, in alcune Regioni, il fatto che il piano non è stato redatto o aggiornato secondo le indicazioni dettate dalle Linee guida regionali in materia di pianificazione di protezione civile.

#### 5.1.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali

I metodi e gli strumenti identificati per l'analisi e la valutazione dei Piani di Protezione Civile trovano un esplicito riferimento circa

## VALUTAZIONE DEL PIANO

Valore (P)	Valutazione
$P \leq 0,25$	Il piano non è accettabile
$0,25 \leq P \leq 0,50$	Il piano è largamente insufficiente, richiede sostanziali e numerose integrazioni
$0,5 \leq P \leq 0,75$	Il piano è insufficiente, richiede alcune integrazioni, anche rilevanti
$0,75 \leq P \leq 1$	Il piano è accettabile, a meno di alcune integrazioni di modesta entità

> **Tabella 5.1.3**  
Criterio di accettabilità del Piano (criterio 2).

il loro utilizzo in una Delibera di Giunta Regionale della Regione Basilicata e in due atti dirigenziali di recepimento o di presa d'atto e approvazione all'utilizzo dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON Idro delle Regioni Puglia e Sicilia. Vengono inoltre citati quali strumenti da utilizzare nel Piano di gestione del Rischio di Alluvioni adottato dalla Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia con Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 22 dicembre 2021 (vedi Allegato 1).

### 5.2 - VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ E LIVELLI STANDARD DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

#### 5.2.1 - Raggiungimento di livelli minimi di mitigazione non strutturale del rischio

Negli ultimi anni, le attività di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico hanno conosciuto un profondo rinnovamento. Ai tradizionali interventi strutturali di mitigazione del rischio, costituiti da opere ingegneristiche, generalmente complesse e realizzabili in tempi spesso non brevi, si sono recentemente affiancate misure non strutturali che è possibile implementare più rapidamente, nell'attesa che vengano realizzati gli interventi strutturali.

La necessità della rapida attivazione di misure non strutturali di riduzione del rischio emerge chiaramente in particolare a seguito di fenomeni idrogeologici e idraulici di particolare gravità, che determinano un repentino aumento delle condizioni di rischio per centri abitati, insedia-

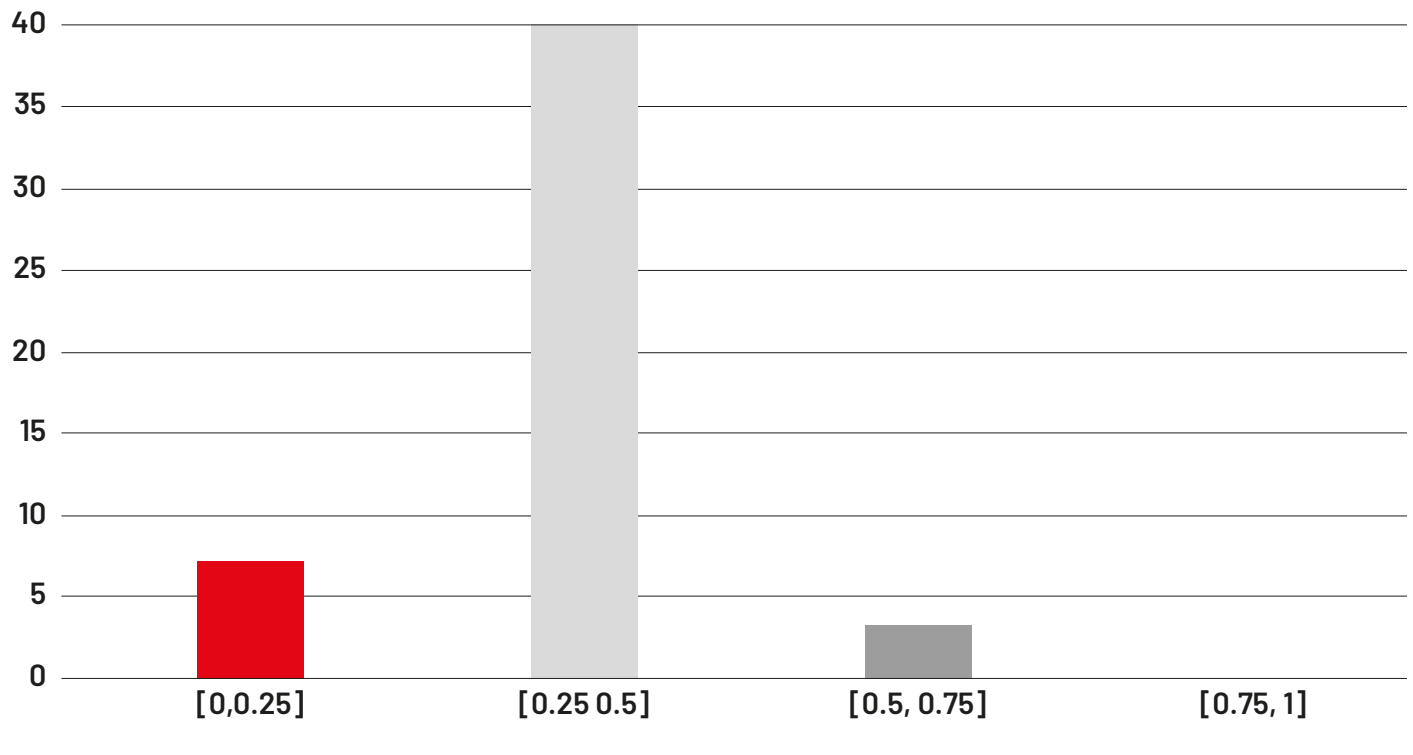
menti, infrastrutture, ecc. In questi casi, come precedentemente richiamato, le misure non strutturali sono le uniche misure di riduzione del rischio a tutela della pubblica e privata incolumità che possono essere realizzate in tempi brevi, nell'attesa della progettazione e realizzazione degli interventi strutturali.

Le misure non strutturali di riduzione del rischio sviluppate presentano peraltro un elevato grado di diversificazione, anche in termini di complessità; occorre inoltre considerare che la scelta delle misure non strutturali da attuare, spesso non agevole, condiziona notevolmente la loro efficacia.

Nel tempo, è emersa dunque la necessità di supportare gli Enti territoriali nella scelta delle misure non strutturali da implementare, mediante la condivisione di criteri, standard e Linee guida finalizzati al raggiungimento di un livello standard minimo di riduzione del rischio. Per tale motivo, nell'ambito del PON Idro, la Fondazione CIMA (Centro Internazionale per il Monitoraggio Ambientale) ha elaborato e messo a punto un documento, denominato "Linee guida per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie per raggiungere un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità e loro integrazione dei piani di emergenza" (prodotto A51\_LG2).

Il documento è finalizzato in primo luogo alla definizione di una metodologia per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie al raggiungimento di un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità. Inoltre, dopo un'analisi delle componenti del rischio, viene riportato un modello di valutazione

## VALUTAZIONE PPC



> **Figura 5.1.6**

Esiti dell'applicazione del metodo a 50 Piani di Protezione Civile secondo le classi di valutazione (Fonte: CAMILab).

## ATTRIBUTO: SCENARI DI EVENTO E DI RISCHIO

INDICATORI	SI	NO	NON applicabile
1. L'evento che si è verificato ha coinvolto aree esterne e quelle vulnerabili?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La consultazione delle carte degli scenari di evento e di rischio è stata facile?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Sono emerse criticità idrauliche/idrogeologiche non individuate all'interno del PPC?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sono state coinvolte strutture situate all'esterno delle aree vulnerabili?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ci sono state Aree di Emergenza coinvolte dall'evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

> **Tabella 5.1.4**

Schema di verifica dei Piani in caso di evento idraulico/idrogeologico: scenari di evento e di rischio.

dell'efficacia delle misure non strutturali.

Le Linee guida sono state redatte tenendo in debita considerazione l'evoluzione normativa nazionale ed europea, nonché il vivace dibattito che si è sviluppato negli ultimi anni nella comunità scientifica sui temi della definizione del rischio e dei suoi componenti, in particolare vulnerabilità e capacità.

Il documento non ha la velleità di costituire il punto di arrivo definitivo della incessante ricerca scientifica su questi temi, ma presenta in modo sintetico le differenti posizioni che sono state espresse nella recente letteratura e che hanno indagato aspetti della vulnerabilità e della capacità non solo di tipo fisico, ma anche sociale, economico e ambientale, spesso trascurati in molti lavori sulla riduzione del rischio idrogeologico.

### 5.2.2 - Attività svolta

L'attività svolta dalla Fondazione CIMA si è incentrata in primo luogo nella definizione di una metodologia per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie al raggiungimento di un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità. L'obiettivo è stato perseguito tramite due strade, che individuano due approcci che possono essere adottati anche in modo complementare:

- una procedura semplificata, indirizzata principalmente agli Enti locali, che associa le misure non strutturali di riduzione del rischio, eventualmente suddivise in sotto-azioni, agli scenari tipici di evento che possono caratterizzare il territorio di competenza;
- una procedura avanzata e particolarmente articolata indirizzata principalmente alle Regioni, che serve come supporto alle stesse per avviare una valutazione complessiva dell'efficacia delle misure non strutturali in funzione sia degli scenari tipici di evento che possono caratterizzare il territorio regionale, sia delle condizioni di rischio - de-

clinate rispetto alle principali componenti - presenti sul territorio stesso.

### Inquadramento generale delle misure non strutturali di riduzione del rischio

Le Linee guida forniscono un inquadramento delle misure non strutturali che è possibile implementare per ridurre il rischio complessivo di un'area, nell'attesa che vengano realizzate misure di carattere strutturale.

Tali misure sono state analizzate a partire dalla definizione che ne dà l'articolo 2 del D.Lgs. n. 1/2018. Le attività di prevenzione non strutturale di protezione civile sono definite nel D.Lgs. n. 1/2018 come:

- a) l'allertamento del Servizio nazionale, articolato in attività di preannuncio in termini probabilistici, ove possibile e sulla base delle conoscenze disponibili, di monitoraggio e di sorveglianza in tempo reale degli eventi e della conseguente evoluzione degli scenari di rischio;
- b) la pianificazione di protezione civile, come disciplinata dall'articolo 18 dello stesso D.Lgs.;
- c) la formazione e l'acquisizione di ulteriori competenze professionali degli operatori del Servizio Nazionale;
- d) l'applicazione e l'aggiornamento della normativa tecnica di interesse;
- e) la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile, anche con il coinvolgimento delle istituzioni scolastiche, allo scopo di promuovere la resilienza delle comunità e l'adozione di comportamenti consapevoli e misure di autoprotezione da parte dei cittadini;
- f) l'informazione alla popolazione sugli scenari di rischio e le relative norme di comportamento nonché sulla pianificazione di protezione civile;
- g) la promozione e l'organizzazione di esercitazioni ed altre attività addestrative e formative, anche con il coinvolgimento delle comunità, sul territorio nazionale al fine di promuovere l'esercizio integrato e parteci-

- pato della funzione di protezione civile;
- h) le attività [...] svolte all'estero, in via bilaterale, o nel quadro della partecipazione dell'Italia all'Unione europea e ad organizzazioni internazionali, al fine di promuovere l'esercizio integrato e partecipato della funzione di protezione civile;
- i) le attività volte ad assicurare il raccordo tra la pianificazione di protezione civile e la pianificazione territoriale e le procedure amministrative di gestione del territorio per gli aspetti di competenza delle diverse componenti.

Nella Tabella 5.2.1 vengono indicate le misure che sono state analizzate in dettaglio nelle Linee guida. Di ogni misura non strutturale sono stati forniti i principali riferimenti normativi - con particolare riferimento al Codice della Protezione Civile - e sono stati evidenziati gli aspetti organizzativi e gestionali che incidono in modo rilevante sulla loro efficacia. È evidente che l'efficacia delle sopra citate misure non strutturali migliora se l'implementazione avviene in maniera coordinata: in genere, è proprio il Piano di Protezione Civile comunale che costituisce lo strumento principe per coordinare e integrare in modo armonico la maggior parte delle misure non strutturali. Il documento fornisce alcuni riferimenti per la declinazione a livello comunale di alcune delle misure non strutturali precedentemente introdotte, con particolare riferimento alla loro integrazione all'interno del Piano di Protezione Civile comunale.

Al riguardo, si segnala la recente emanazione della Direttiva PCM del 30 aprile 2021, recante "Indirizzi per la predisposizione dei Piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali": la finalità della Direttiva è quella di "omogeneizzare il metodo di pianificazione di protezione civile ai diversi livelli territoriali per la gestione delle attività connesse ad eventi calamitosi di diversa natura e gravità".

La descrizione delle misure non strutturali ha un duplice obiettivo: da un lato serve come guida per l'implementazione delle singole misure (e in tale ottica vengono inseriti i riferimenti ai documenti e prodotti sviluppati all'interno del PON

Idro), dall'altro pone le basi per la valutazione di secondo livello dell'efficacia delle misure stesse.

### **Criteri per identificare le misure non strutturali da implementare in funzione degli scenari tipici di evento**

Successivamente, il documento ha delineato i criteri per identificare le misure non strutturali da attuare sul territorio, strettamente connesse con gli Scenari Tipici di Evento (STE) classificati nei lavori condotti da CAMILab nell'ambito delle attività del PON Idro (vedi Paragrafo 4.1).

Gli scenari tipici di evento identificati sono:

- flash flood con tempo di corrivazione minore di 3 ore;
- alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione minore di 12 ore;
- alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione superiore a 12 ore;
- allagamento per inadeguato drenaggio;
- frane diffuse;
- frane localizzate;
- frane che possono interferire con il corso d'acqua;
- colate di fango e di detrito;
- sinkhol;
- effetti temporaleschi.

L'individuazione dello scenario di evento tipico deve essere effettuata sulla base delle caratteristiche peculiari del territorio comunale, dei suoi caratteri geomorfologici e idrografici, dei fenomeni idrogeologici e idraulici riscontrati, in relazione agli eventi storici avvenuti e agli studi tecnico-scientifici disponibili nonché alla pianificazione territoriale di area vasta (ad es. Piano Gestione del Rischio Alluvioni-PGRA, Piano di Assetto Idrogeologico-PAI, ecc.).

Gli scenari tipici di evento sopra richiamati sono molto diversificati in quanto a dinamicità e predicibilità dell'evento. Per dinamicità dell'evento si intende quanto potenzialmente il fenomeno è dinamico in termini di velocità alla scala territoriale comunale; per predici-

<b>Allertamento</b>	Monitoraggio a scala comunale	<p>Presidi territoriali</p> <p>Scenari di evento</p> <p>Procedure di monitoraggio integrate nel Piano</p> <p>Siti web/Piattaforme digitali/App</p> <p>Monitoraggio strumentale ove necessario</p>
	Flussi	<p>Tipologia di flussi di informazione</p> <p>Procedure per lo scambio di informazioni</p>
	Comunicazione	<p>Allerta</p> <p>Strumento comunicazione allerta in corso di evento</p> <p>Strumenti di comunicazione in corso di evento</p>
	Attivazione delle fasi operative nel Piano	
<b>Formazione dei tecnici</b>		
<b>Informazione alla popolazione</b>		
<b>Attività esercitative</b>		

> **Tabella 5.2.1**

Schema delle misure non strutturali di riduzioni del rischio analizzate.



bilità del fenomeno alla base dello scenario si intende quanto potenzialmente il fenomeno è predicibile utilizzando le osservazioni, i modelli ed i metodi di analisi tipici alla scala territoriale comunale.

La conoscenza dei caratteri di dinamicità e predicibilità dei fenomeni è di importanza fondamentale per la scelta delle misure non strutturali da implementare. Nel documento vengono riportate alcune tabelle che definiscono l'adeguatezza delle misure non strutturali in funzione di tali caratteri e viene proposta una procedura per l'individuazione delle misure non strutturali da adottare in relazione sia a uno scenario di evento generico sia a uno scenario di evento specifico.

La definizione di queste procedure ha come obiettivo quello di agevolare la scelta delle misure non strutturali di riduzione del rischio partendo inizialmente da un posizionamento rispetto alle misure che il livello comunale già attua, passando per una fase di scelta delle misure basata sulla valutazione della loro adeguatezza agli specifici scenari di evento presenti sul territorio, per arrivare infine al consolidamento delle stesse mediante il monitoraggio della loro implementazione su scala comunale. Tutte le operazioni previste nelle procedure proposte partono dalla definizione degli scenari tipici di evento. L'individuazione e la scelta dello scenario sono dunque strategiche, e sono condizione necessaria al fine di poter scegliere le misure più adeguate per il territorio considerato.

### **Modello di valutazione dell'efficacia delle misure non strutturali di riduzione del rischio**

Le Linee guida propongono un modello di valutazione dell'efficacia delle misure non strutturali di riduzione del rischio che considera non solo i componenti dell'equazione del rischio nella sua formulazione più consolidata, ovvero la pericolosità, l'esposizione e la vulnerabilità, ma anche la variabile denominata capacità, presente nei più recenti lavori scientifici e nei documenti delle Nazioni Unite.

Nello specifico, sulla scorta della copiosa let-

teratura disponibile, il documento considera ai fini della valutazione del rischio non solo le componenti fisiche legate alla pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici, ma anche la vulnerabilità sociale, economica e ambientale delle comunità interessate e la loro capacità, intesa come capacità di contrasto degli effetti di condizioni avverse, rischi e disastri (*Coping capacity*) o come capacità di adattarsi al danno potenziale, di sfruttare o di rispondere alle conseguenze (*Adaptive capacity*), di particolar rilievo in relazione agli effetti dei cambiamenti climatici. La capacità, dunque, è l'unica variabile "positiva" dell'equazione del rischio, il cui incremento determina una riduzione delle condizioni di rischio.

Pertanto, un miglioramento delle condizioni sociali, economiche e ambientali è una condizione necessaria per l'incremento della capacità e della resilienza di una comunità, ovvero "la capacità di un sistema di resistere, assorbire, adattarsi, trasformarsi e riprendersi dagli effetti di un evento calamitoso", seguendo la definizione fornita dallo *United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR)*.

Il documento fornisce quindi un'ampia ed articolata messe di indicatori dei sopra citati componenti del rischio (pericolosità, esposizione, vulnerabilità, capacità) finalizzati a definire una metodologia semi quantitativa di valutazione che sia in grado di rappresentare e categorizzare il rischio tramite scale/punteggi comparativi, piuttosto che esprimere in maniera esplicitamente probabilistica le potenziali conseguenze dei fenomeni considerati.

Il vantaggio di tale approccio è quello di consentire agli Enti territoriali competenti di utilizzare sia la procedura semplificata sia quella più complessa e articolata al fine di assumere decisioni scientificamente basate, mirate alla riduzione del rischio.

### **Procedura per l'identificazione delle misure non strutturali di riduzione del rischio da implementare**

L'implementazione delle misure non struttura-

li, in particolare i presidi territoriali, oltre che la conoscenza degli scenari di evento, l'uso di procedure e strumenti per lo scambio di dati ed informazione, le esercitazioni, l'informazione alla popolazione, ecc. aumenta la componente di capacità e, dunque, contribuisce alla riduzione del rischio. Un tema di non facile soluzione è quello di comprendere come e in che misura tale implementazione determini l'aumento della componente della capacità.

Il problema che ci si è posti è stato quello di comprendere come questi due elementi siano collegati, ovvero trovare uno strumento che permetta di capire come varia la capacità al variare dell'implementazione delle misure non strutturali. Ad esempio, si consideri la capacità sociale, e più in particolare il livello di preparazione della popolazione. Avviando un programma regolare di esercitazioni che coinvolgano anche la cittadinanza, quest'ultima potrà incrementare il proprio livello di consapevolezza relativamente ai rischi e alle misure da mettere in atto nelle diverse fasi di gestione dell'emergenza. Lo stesso obiettivo potrà essere perseguito attraverso l'implementazione di campagne di comunicazione dedicate; le due misure possono anche essere implementate in maniera congiunta.

Tornando però all'organizzazione di esercitazioni, queste sono sicuramente anche uno strumento in grado di accompagnare il percorso di formazione dei tecnici. Risulta quindi evidente che il rapporto tra questi due elementi - capacità e implementazione delle misure - non è banale o lineare; il livello di capacità che si può raggiungere dipende dall'azione combinata dell'implementazione di diverse misure, e allo stesso tempo una singola misura può avere influenza su diversi aspetti della capacità. Nell'ambito di questa procedura tale rapporto viene descritto introducendo i livelli di implementazione delle misure non strutturali, e collegando questi - o meglio la combinazione dei livelli relativi alle diverse misure - con specifici livelli associati agli indicatori di capacità. In altre parole, si identifica quali misure (e a quale livello di im-

plementazione) sono necessarie, sufficienti o concorrenti affinché venga raggiunto un certo livello dell'indicatore di capacità.

Le misure non strutturali e la loro articolazione in livelli di implementazione sono riportati nell'Allegato 1 delle Linee guida A51\_LG2. Per quantificare la capacità sulla base del livello di implementazione può essere utilizzata la tabella riportata nel prodotto A51\_DT1: l'utilizzo operativo di tale prodotto viene descritto nelle Linee guida, ai quali si rimanda per i necessari approfondimenti.

### 5.2.3 - Prodotti realizzati

L'attività svolta dalla Fondazione CIMA si è avvalsa del confronto tecnico svoltosi negli anni con i referenti delle amministrazioni regionali (anche nell'ambito delle attività di affiancamento previste nella linea B) e con i rappresentanti degli altri Centri di competenza coinvolti nel Programma.

I prodotti forniti consistono in primo luogo in un documento, denominato "Linee guida per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie per raggiungere un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità e loro integrazione dei piani di emergenza" (report A51\_LG2).

Come precedentemente esposto, le Linee guida sono finalizzate in primo luogo alla definizione di una metodologia per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie al raggiungimento di un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità. Inoltre, dopo un'analisi delle componenti del rischio, viene riportato un modello di valutazione dell'efficacia delle misure non strutturali.

Alle Linee guida si affiancano un tool informatico (tool A51\_T11) per la valutazione degli indicatori di capacità e dell'efficacia delle misure non strutturali di riduzione del rischio: nello specifico, il prodotto consiste in un foglio di calcolo Microsoft Excel, articolato in alcune schede.

Il funzionamento del tool è illustrato in un apposito manuale d'uso (report A51\_DT4), nel quale vengono presentati i livelli di interazione dell'utente con il tool, le informazioni e valutazioni che ne possono essere derivate e alcuni possibili casi d'uso. In alcuni documenti relativi alle attività di affiancamento alle Regioni (report B51\_BAS/CAL/CAM/PUG/SIC) si fa riferimento a quanto qui descritto. I prodotti sinteticamente descritti si caratterizzano per la possibilità di essere aggiornati nel tempo, in relazione al costante affinamen-

to delle conoscenze scientifiche e alle interazioni con l'utente.

#### **5.2.4 - Recepimento da parte delle amministrazioni regionali**

I metodi e gli strumenti realizzati trovano un esplicito riferimento circa il loro recepimento e utilizzo in atti dirigenziali delle Regioni Campania e Sicilia (vedi Allegato 1).

I prodotti realizzati sui rischi idro-meteo-geologici (Linee guida, procedure e tools informatici) nell'ambito della programmazione 2014-2020 hanno contribuito, attraverso il loro ampio recepimento con atti delle amministrazioni regionali coinvolte nel Programma (vedi Allegato 1), ad un rafforzamento permanente della governance di tali rischi. Per un innalzamento, omogeneo e solido, ai vari livelli territoriali del livello di prevenzione non strutturale è tuttavia necessaria una integrazione dei prodotti realizzati e la loro estensione, laddove non già realizzata, all'intera superficie dei territori regionali. A questa si deve aggiungere un ampliamento dei rischi presi in considerazione inserendo, in particolare, quelli che vengono incrementati dai cambiamenti climatici, come il rischio da deficit idrico e quello costiero. La prospettiva generale di prosecuzione delle attività deve quindi necessariamente prevedere una specifica attenzione alla realizzazione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e di misure che permettano di raggiungere livelli essenziali per la sicurezza per la popolazione, così come stabilito dall' Accordo di Partenariato 2021-2027.

Il rischio costiero è uno dei rischi per i quali è necessario incentivare le misure di prevenzione non strutturale attraverso la predisposizione di Linee guida per la mitigazione a fini di protezione civile del rischio derivante dalle pericolosità geologiche presenti sui fondali marini (es. frane e canyon sottomarini) e dall'innalzamento del livello marino causato dai cambiamenti climatici (erosione delle coste, mareggiate, salinizzazione dei suoli e delle acque superficiali e sotterranee). Per tale rischio occorre infine potenziare i sistemi di allertamento che attualmente riguardano principalmente i fenomeni di maremoto innescati da eventi sismici.

Altro rischio che verrà esacerbato dai cambiamenti climatici è quello da deficit idrico innescato da eventi siccitosi. Per tale rischio occorre sviluppare sistemi di preannuncio di condizioni di deficit idrico basati sulla elabo-

razione integrata di dati riguardanti le precipitazioni, le temperature, gli afflussi e gli utilizzi idrici e definendo, allo stesso tempo, Linee guida per la valutazione della vulnerabilità delle infrastrutture idriche e per l'approvvigionamento idrico in condizioni emergenziali.

Le nuove e maggiori condizioni di rischio determinate dai mutamenti del clima determinano la necessità a livello nazionale di un miglioramento della gestione delle attività di protezione civile ai vari livelli territoriali. Le future azioni dovranno quindi essere indirizzate al supporto delle amministrazioni regionali per l'organizzazione degli Ambiti Ottimali di cui al Codice della Protezione Civile. In tal senso è auspicabile che vengano definiti e applicati Indici di Operatività per la gestione del rischio idrogeologico, idraulico, costiero e da deficit idrico per i Contesti Territoriali o per gli Ambiti, laddove formalmente individuati dalla Regione.

I cambiamenti climatici, con la sempre maggiore frequenza di eventi molto intensi, concentrati nello spazio e nel tempo, rendono inoltre indispensabile proseguire nell'ampliamento delle conoscenze nelle aree che non sono state perimetrate nelle mappe di pericolosità dei PAI o dei PGR. È necessario quindi integrare le mappe di suscettibilità da alluvione già disponibili e realizzare per gli interi territori regionali mappe di suscettibilità da frana, utilizzabili a scala comunale/di Ambito. Tali strumenti andranno affiancati da procedure per il loro utilizzo per le attività di previsione, allertamento e pianificazione di protezione civile.

Le azioni di adattamento per finalità di protezione civile devono comprendere necessariamente anche il potenziamento del monitoraggio dei fenomeni meteo-idro, in particolare di quelli temporaleschi, di cui si assiste negli ultimi decenni ad un aumento di frequenza ed intensità. Risulta infatti indispensabile un ulteriore sviluppo di metodi e procedure per l'utilizzo operativo di sistemi multi-parametrici e multi-sensore per il monitoraggio real time di tali fenomeni. Ma è anche fondamentale in-

centivare la realizzazione e sperimentazione di strumenti per la previsione a brevissimo termine ovvero di tools per il now casting dei fenomeni meteo-idro, definendo anche le procedure per il loro utilizzo operativo. Non vi può essere una efficace azione di tutela della popolazione dai rischi senza una pianificazione di protezione civile che tenga adeguatamente conto delle mutate condizioni legate ai cambiamenti climatici e ai potenziali danni provocati dai fenomeni ad essi collegati e che quindi sia basata su dettagliati scenari di riferimento e sull'attività di monitoraggio del territorio. Da questo punto di vista è necessario realizzare strumenti ad hoc per supportare le amministrazioni regionali/comunali nell'azione di indirizzo e sostegno per la redazione in tutti i Comuni/Ambiti di mappe di scenario di evento e di scenario di rischio, con individuazione e schedatura, nelle prime, dei Punti critici e

dei Punti di osservazione e, nelle seconde, dei Punti ad Altissima Vulnerabilità. Tale azione di supporto andrà inoltre indirizzata per la realizzazione del Presidio territoriale a scala comunale sviluppando, allo stesso tempo, anche prodotti metodologici, procedurali e informatici per la realizzazione del Presidio territoriale a scala sovracomunale/di Ambito. Altrettanto importanti ai fini della tutela dell'incolumità delle persone sono le azioni di comunicazione alla popolazione sugli scenari di evento e di rischio presenti sul proprio territorio, con particolare riguardo a quelli determinati dai fenomeni connessi ai cambiamenti climatici. Da questo punto di vista occorre supportare le amministrazioni regionali per sostenere le amministrazioni comunali nell'informazione e la partecipazione dei cittadini e nella organizzazione e realizzazioni di esercitazioni di protezione civile.

# ELENCO DELLE FIGURE

## Paragrafo 2.1

**Figura 2.1.1** Rete sensoristica al suolo (Fonte: DPC).

**Figura 2.1.2** Distribuzione dei sistemi della Rete Radar Nazionale. Il codice colore usato per gli indicatori di posizione si riferisce allo stato di funzionamento al momento della redazione del presente documento: "verde" funzionante; "rosso" temporaneamente non funzionante (Fonte: DPC).

**Figura 2.1.3** Elementi costruttivi di un radar in banda C della RRN: (A) Radome con piedistallo ed antenna ubicata sopra la sala radar (B) in cui sono ubicati trasmettitore e ricevitore (Fonte: DPC).

## Paragrafo 2.2

**Figura 2.2.1** Fessurimetro (Fonte: foto Paolo Allasia IRPI Torino, Geohazard Monitoring Group).

**Figura 2.2.2** Estensimetro monoassiale a barra (Fonte: foto Gregorio Mannucci).

**Figura 2.2.3** Stazione pluviometrica, nivometrica e termo-igrometrica (Fonte: foto Rete Meteo Regione Siciliana).

**Figura 2.2.4** Stazione totale (Fonte: foto DPC).

**Figura 2.2.5** Danneggiamento della A6 Savona-Torino a seguito di un movimento franoso (Fonte: foto Centro per la Protezione Civile dell'Università di Firenze).

## Paragrafo 3.1

**Figura 3.1.1** Esempio di Scheda di "prima segnalazione" per fenomeni alluvionali; in celeste campi provenienti da FloodCat, in giallo campi non FloodCat (Fonte: CIMA).

**Figura 3.1.2** Esempio di scheda di "segnalazione" per fenomeni alluvionali; in celeste campi provenienti da FloodCat, in giallo campi non FloodCat (Fonte: CIMA).

**Figura 3.1.3** Ruoli definiti per l'utilizzo del tool informatico (Fonte: CIMA).

## Paragrafo 3.2

**Figura 3.2.1.** Il modello digitale del terreno a servizio del progetto PON (Fonte: POLIMI).

**Figura 3.2.2.** Esempio del reticolo di drenaggio nell'area della costiera amalfitana (Fonte: POLIMI).

**Figura 3.2.3** Distribuzione delle classi di suscettività lungo la fascia altimetrica 0-350 m s.l.m. (Fonte: POLIMI)

**Figura 3.2.4** Distribuzione delle classi di suscettività per il territorio posto sopra 350 m s.l.m. (Fonte: POLIMI)

## Paragrafo 3.3

**Figura 3.3.1** Schema logico del modello di suscettività da frana (Fonte: CNR-IRPI).

**Figura 3.3.2** Carta della suscettività da frana per il CT di Catanzaro, classificata in 5 classi (Fonte: CNR-IRPI).

## Paragrafo 3.4

**Figura 3.4.1** Piramide dell'informazione (Fonte CNR-IRPI).

- Figura 3.4.2** CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale delle aree a bassa pericolosità da frana (iPAI geo-L); (b) percentuale delle aree ad alta pericolosità da frana (iPAI geo-H); (c) percentuale delle aree in frana mappate da IFFI (iIFFI) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.3** CT e CUORE classificati in base al numero di eventi C (ieventi C), eventi per i quali è stato dichiarato lo stato d'emergenza.
- Figura 3.4.4** CT e CUORE classificati in base a: (a) numero di interventi per frane censiti in ReNDiS (iReND geo); (b) numero di eventi franosi che hanno causato vittime (ifatal geo) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.5** CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale delle aree a bassa pericolosità da alluvione (iPGRA idro-L); (b) Percentuale delle aree a bassa pericolosità da alluvione (iPGRA idro-H) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.6** CT e CUORE classificati in base a: (a) numero di interventi per alluvioni censiti in ReNDiS (iReND idro); (b) numero di eventi alluvionali che hanno causato vittime (ifatal idro) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.7** CT e CUORE classificati in base a: (a) indice di impatto delle frane (Iimp geo); (b) indice di distribuzione delle frane (Landslide Distribution Index, ILD) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.8** CT e CUORE classificati in base a: (a) indice di impatto delle alluvioni (Iimp idro); (b) indice di distribuzione delle alluvioni (Flood Distribution Index, IFD) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.9** CT e CUORE classificati in base all'indice di suscettività alle alluvioni (Flood Susceptibility Index,  $I_{FS}$ ) – (Fonte: CNR-IRPI).
- Figura 3.4.10** CUORE della Regione Siciliana classificati in base al numero di nodi idro ( $i_{nodi\ idro}$ ).
- Figura 3.4.11** CUORE della Regione Siciliana classificati in base al numero di nodi frana ( $i_{nodi\ frana}$ ).
- Figura 3.4.12** CT e CUORE classificati in base a: (a) percentuale di aree incendiate ( $i_{fire\ perc}$ ); (b) numero di incendi ( $i_{fire\ count}$ ).

#### Paragrafo 4.1

- Figura 4.1.1** Carta degli scenari tipici di evento – esempio del fiume Crati in Calabria (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.1.2** Carta degli scenari di evento di livello 1 (alluvioni) – Comune di Peschici (FG) (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.1.3** Carta degli scenari di evento di livello 1 (frane) – Comune di San Vincenzo la Costa (CS) (Fonte: CAMILab).

#### Paragrafo 4.2

- Figura 4.2.1** Livello di dettaglio della scala spaziale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.2.2** Schema della procedura QUEST (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.2.3** Domini della Vulnerabilità individuale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.2.4** Esempi di PAV per uno scenario alluvionale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.2.5** Carta degli scenari di rischio di livello 1 – Comune di Peschici (FG); per la carta degli scenari di evento dello stesso Comune di veda la Figura 4.1.2 (Fonte: CAMILab).

#### Paragrafo 4.3

- Figura 4.3.1** Tratti di alveo sovralluvionato (Fonte: CAMILab).

- Figura 4.3.2** Strette che possono generare rigurgiti (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.3.3** Punti di osservazione strumentale: asta idrometrica (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.3.4** Deviazione acque superficiali in corrispondenza di un corpo frana (Fonte: DPC).
- Figura 4.3.5** Sottopasso stradale allagato (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.3.6** Scheda monografica del punto critico (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.3.7** Scheda monografica del punto di osservazione (Fonte: CAMILab).

#### **Paragrafo 4.4**

- Figura 4.4.1** Principali caratteristiche del Presidio territoriale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.2** Articolazione del livello regionale del Presidio territoriale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.3** Divisione dei compiti di Presidio in funzione del tipo di fenomeno da monitorare - schema verticale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.4** Divisione dei compiti di Presidio in funzione dell'intensità del fenomeno - schema orizzontale (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.5** Carta degli scenari di evento (alluvione) - Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.6** Carta degli scenari di rischio (alluvione) - Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.7** Esempio di Carta degli Itinerari di Presidio (Fonte: CAMILab).
- Figura 4.4.8** Scheda monografica, compilata, di un punto critico del Comune di Reggio Calabria (Fonte: CAMILab).

#### **Paragrafo 5.1**

- Figura 5.1.1** Sezioni 1 e 2 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).
- Figura 5.1.2** Sezioni 3 e 4 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).
- Figura 5.1.3** Sezione 5 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).
- Figura 5.1.4** Sezioni 6 e 7 della Scheda di analisi (Fonte: POLIMI).
- Figura 5.1.5** Schema Quest per domini (Fonte: CAMILab).
- Figura 5.1.6** Esiti dell'applicazione del metodo a 50 Piani di Protezione Civile secondo le classi di valutazione (Fonte: CAMILab).



## PROVVEDIMENTI REGIONALI DI RECEPIMENTO DEI PRODOTTI PON RELATIVI AL RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

Nella tabella seguente, per ogni provvedimento regionale, viene riportato il riferimento ai paragrafi in cui vengono descritti i prodotti di PON Idro che sono stati recepiti con tale atto.

Regione	Provvedimento	Prodotti
Basilicata	D.G.R. n. 506 del 17 luglio 2020 – Prevenzione rischio sismico. Approvazione documento Contesti Territoriali e Comuni di Riferimento della Regione Basilicata.	(*)
	D.G.R. n. 202101036 del 28 dicembre 2021 – Prevenzione del rischio idrogeologico e idraulico. Approvazione documenti: 1. Linee guida delle attività di Presidio territoriale; 2. Procedure di allertamento del sistema regionale di Protezione Civile per rischio temporali; 3. Scheda di analisi dei Piani di Protezione Civile; 4. Scheda di Valutazione Piani di Protezione Civile.	Paragrafi 2.1 – 4.3 – 4.4 – 5.1
Calabria	D.G.R. n. 498 del 25 ottobre 2019 – Prevenzione rischio sismico. Adozione documento Contesti Territoriali e Comuni di Riferimento della Regione Calabria redatto dal Dipartimento della Protezione Civile. Revoca D.G.R. n. 408 del 24.10.2016 (*).	Paragrafo 4.4
	D.G.R. n. 611 del 20 dicembre 2019 – Approvazione e adozione delle “Linee guida per la redazione del Piano di Protezione Civile Comunale”.	Paragrafi 4.1 – 4.2 – 4.3 – 4.4
	D.G.R. n. 543 del 7 dicembre 2021 – Presidi territoriali. Approvazione del Progetto di Presidio territoriale in Calabria.	Paragrafi 4.3 – 4.4
	Nota prot. n. 103827 del 02/03/2022 del Dipartimento regionale di protezione civile avente ad oggetto il recepimento delle attività A 23 (Sistema per la raccolta di informazioni su fenomeni alluvionali e da frana e relative conseguenze a livello locale) e B22 (Affiancamento alla Regione Calabria per la definizione di una procedura per la raccolta e l’organizzazione di dati di danno legati ad eventi idrogeologici).	Paragrafo 3.1

Regione	Provvedimento	Prodotti
Campania	<p>D.G.R. n. 422 del 5 ottobre 2021 - D.Lgs. n. 1/2018. Legge regionale 22 maggio 2017 n. 12 Individuazione dei Contesti Territoriali e relativi Comuni di Riferimento, propedeutici all'individuazione degli Ambiti Territoriali e Organizzativi Ottimali di protezione civile della Regione Campania.</p>	(*)
	<p>Decreto dirigenziale n. 89 del 29 dicembre 2021 - Avvio, nell'ambito del vigente sistema di allertamento regionale per il rischio idrogeologico, idraulico e da fenomeni meteorologici avversi, ai fini di protezione civile, della fase di sperimentazione dell'utilizzo dei prodotti e risultati conseguiti nell'ambito del Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 - Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile: attività A.2.2. e B.2.1., inerenti all'utilizzo dei dati radarmeteorologici nell'ambito del sistema di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile.</p>	Paragrafo 2.1
	<p>Decreto dirigenziale n. 90 del 29 dicembre 2021 - Avvio, nell'ambito del vigente sistema di allertamento regionale per il rischio idrogeologico, idraulico e da fenomeni meteorologici avversi, ai fini di protezione civile, della fase di sperimentazione dell'utilizzo dei prodotti e risultati conseguiti nell'ambito del Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 - Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile: attività A.2.1., inerente all'utilizzo delle mappe di suscettibilità da frana e da alluvione nell'ambito del sistema di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile.</p>	Paragrafi 3.2 - 3.3
	<p>Decreto dirigenziale n. 159 del 25 marzo 2022 - "Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio ai fini di protezione civile", realizzato dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC) della Presidenza del Consiglio dei Ministri, nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020. Presa d'atto della conclusione delle attività e dei risultati e/o prodotti conseguiti e determinazioni in ordine all'adozione e applicazione al sistema regionale di protezione civile.</p>	Paragrafi 3.1 - 3.4 - 5.2

Regione	Provvedimento	Prodotti
Puglia	<p>D.G.R. n. 1414 del 30 luglio 2019 - Linee guida per la Redazione dei Piani di Protezione Civile Comunali.</p> <p>D.G.R. n. 914 del 16 giugno 2021 - D.Lgs. n. 1/2018 "Codice della Protezione Civile" e l.r. 12 dicembre 2019, n. 53 "Sistema regionale di protezione civile". Ricognizione attività per la definizione dei Contesti Territoriali, propedeutiche all'individuazione degli Ambiti Territoriali e Organizzativi Ottimali di protezione civile della Regione Puglia. Preadozione funzionale alla condivisione con enti territoriali e organi di Governo.</p> <p>D.G.R. n. 2161 del 22 dicembre 2021 - Implementazione del Presidio territoriale idraulico di protezione civile ai sensi della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004 e del Decreto legislativo n. 49/2010. Approvazione del modello organizzativo e gestionale del Presidio territoriale idraulico di protezione civile.</p> <p>Regione Puglia, sezione Protezione civile - Determinazione n. 3 del 13 gennaio 2022 - Programma "Protezione Civile: verso una governance più forte per la riduzione del rischio" realizzato dal Dipartimento della Protezione Civile nel più ampio contesto del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014 - 2020 - Recepimento dei prodotti realizzati nell'ambito dell'attività di affiancamento alla sezione Protezione Civile Regione Puglia.</p>	<p>Paragrafi 3.2 - 4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4</p> <p>(*)</p> <p>Paragrafi 4.3 - 4.4</p> <p>Paragrafi 2.1 - 3.1 - 5.1</p>
Sicilia	<p>Regione Siciliana - Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia - Deliberazione n. 4 del 15 aprile 2021. Adozione Progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Sicilia (di cui all'art. 7 del Decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 attuativo della Direttiva 2007/60/CE) - Secondo ciclo di gestione. Primo aggiornamento. Art. 14 Direttiva 2007/60/CE. Elaborato: Relazione "Il Sistema di Allertamento ai fini di Protezione Civile nella Regione Siciliana".</p>	<p>Paragrafi 2.1 - 3.1 - 4.4 - 5.1</p>

Regione	Provvedimento	Prodotti
Sicilia	<p>Regione Siciliana - Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia - Deliberazione n. 5 del 22 dicembre 2021. Adozione Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Sicilia (di cui all'art. 7 del Decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 attuativo della Direttiva 2007/60/CE) - Secondo ciclo di gestione. Primo aggiornamento. Art. 14 Direttiva 2007/60/CE. Elaborato: Relazione "Il Sistema di Allertamento ai fini di Protezione Civile nella Regione Siciliana (Direttiva 2007/60/CE - D.Lgs. n. 49/2010) per il secondo ciclo del PGRA".</p> <p>Regione Siciliana - Dipartimento protezione civile - Decreto del Direttore Generale n. 1069 del 30 dicembre 2021 - Presa d'atto e approvazione all'utilizzo e all'applicazione al Contesto Territoriale regionale, ai fini del miglioramento della capacità tecnica e operativa del sistema di protezione civile dei prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020.</p>	<p>Paragrafi 2.1 - 3.1 - 4.4 - 5.1</p> <p>Paragrafi 2.1 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4 - 5.1 - 5.2</p>

(\*) Si tratta di provvedimenti frutto dell'attività congiunta delle compagini che, nell'ambito del Programma PON, sono state impegnate nelle azioni riguardanti il rischio sismico e vulcanico e il rischio idrogeologico e idraulico. Il documento adottato/approvato con la D.G.R. è stato infatti redatto nell'ambito del Programma PON Governance 2014-2020 ed è stato trasmesso formalmente alle amministrazioni regionali con note a firma del Capo del Dipartimento. Nelle note di trasmissione, e nel caso della Regione Calabria anche nelle premesse della D.G.R., viene specificato che tale elaborato è il frutto dell'attività del gruppo di lavoro costituito dal DPC e dalla amministrazione regionale con il contributo del CNR-IGAG e del RTI-Fondazione CIMA (Fondazione CIMA, Politecnico di Milano, CNR IRPI, Università della Calabria, Consorzio CINID).

### PRODOTTI PON IDRO CITATI

I prodotti realizzati nell'ambito del Programma PON riguardante il rischio idrogeologico e idraulico sono di quattro tipi:

- Linee guida (LG)
- Documenti tecnici (DT)
- Rapporti tecnici (RT)
- Tool informatici (TI)

Ogni prodotto è contrassegnato da una sigla dove compare la lettera della linea di attività (A o B), il numero relativo all'azione svolta in tale linea (es A21, B21) e il tipo di prodotto realizzato (LG/DT/RT/TI). La maggior parte dei prodotti PON Idro citati sono disponibili consultando il sito internet del Dipartimento della Protezione Civile sulla piattaforma dedicata al Programma PON ([governancerischio.protezionecivile.gov.it](http://governancerischio.protezionecivile.gov.it)) e sul Portale dedicato a PON Idro realizzato dalla Fondazione CIMA (<https://govrisidrogeo.cimafoundation.org/#/>).

Di seguito si riporta per ogni singolo paragrafo l'elenco dei prodotti citati.

### PARAGRAFO 2.1 – RADAR METEO E ALTRI SENSORI PER IL MONITORAGGIO DEI FENOMENI TEMPORALESCHI

#### Prodotti realizzati da Fondazione CIMA

A22\_DT1 - Analisi delle caratteristiche operative dei prodotti di nowcasting e possibilità di utilizzo nelle realtà dei CFD

A22\_LG1 - Linee guida sull'utilizzo del dato radar e sulla sua integrazione con altri sensori, con esempi di integrazione con la modellistica atta a stimare gli effetti al suolo

B21BAS\_LG1 - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar - integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi

B21BAS\_RT1 - Documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio

B21CAL\_LG1 - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar - integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi

B21CAL\_RT1 - Documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio

B21CAM\_LG1 - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar - integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi

B21CAM\_RT1 - Documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio

B21PUG\_LG1 - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar - integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi

B21PUG\_RT1 - Documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio

B21SIC\_LG1 - Linee guida relative alle procedure per l'utilizzo del dato radar - integrato con altre fonti di dato disponibili a livello regionale - per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi

B21SIC\_RT1 - Documento tecnico relativo al potenziamento delle reti di monitoraggio a livello regionale, con particolare attenzione alle aree a minor sostenibilità del rischio

## **PARAGRAFO 2.2 - SISTEMI DI MONITORAGGIO SPEDITIVI E A BASSO COSTO**

**Prodotti realizzati da Fondazione CIMA**

A51\_LG1 - Linee guida per la scelta della tipologia di sistemi di monitoraggio speditivi in funzione dei fenomeni idrogeologici ed idraulici

## **PARAGRAFO 3.1 - CATALOGO EVENTI**

**Prodotti realizzati da Fondazione CIMA**

B22\_BAS\_LG1; B22\_CAL\_LG1; B22\_CAM\_LG1; B22\_PUG\_LG1; B22\_SIC\_LG1 - "Linee guida per la raccolta dei dati di danno legati a eventi di tipo idrogeologico in contesto regionale, al fine del popolamento della piattaforma FloodCat". Allegati:

- Allegato 1 - file Excel contenente la struttura dati per la raccolta su eventi di carattere idrogeologico e dei relativi danni a livello regionale
- Allegato 2 - file Excel contenente la struttura dati per la raccolta su eventi di carattere idrogeologico e dei relativi danni a livello comunale
- Allegato 3 - File Excel contenente le schede: "Prima segnalazione", "Segnalazione" e "Riconoscimento fabbisogni" per fenomeni di tipo alluvionale
- Allegato 4 - File Excel contenente le schede: "Prima segnalazione", "Segnalazione" e "Riconoscimento fabbisogni" per fenomeni di tipo geomorfologico

A23\_T13 - "Prototipo (mock-up) di sistema per la raccolta di informazioni su fenomeni alluvionali e da frane e relative conseguenze a livello locale"

## **PARAGRAFO 3.2 - MAPPE DI SUSCETTIBILITÀ DA ALLUVIONE**

**Prodotti realizzati da Fondazione Politecnico di Milano**

A21\_LG1\_DEF - Linee guida per la mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e

idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di Protezione Civile

A21\_TI1 - Griglie per l'analisi delle aree (manuale d'uso e dati)

A21\_TI2 - DEM Regioni (report e dati)

A21\_TI3 - Mosaico DEM (report)

A21\_TI4 - Geodatabase-Database contenente gli strati informativi utilizzati per la produzione della mappatura di suscettività da alluvione

A21\_TI5 - Relazione accompagnatoria della mappa di suscettività da alluvione

### **PARAGRAFO 3.3 – MAPPE DI SUSCETTIBILITÀ DA FRANA**

**Prodotti realizzati da Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR**

A21\_LG1 - Linee guida per la mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di Protezione Civile. Volume 2: suscettività da frana

A21\_DT1 - Relazione tecnica sui casi di studio di Rionero in Vulture e Vallata

A21\_TI6 - Relazione accompagnatoria della mappa di suscettività da frana

### **PARAGRAFO 3.4 – INDICATORI E INDICI TERRITORIALI DI PERICOLOSITÀ**

**Prodotti realizzati da Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR**

A11\_LG1\_DEF - Linee guida relative alla caratterizzazione dei Contesti Territoriali

A11\_DT4 - Set di indicatori individuati comprendenti anche quelli costruiti ad hoc

A11\_T1\_DEF - Struttura dati contenente i dati relativi agli indicatori definiti per i Contesti Territoriali

A11\_T2\_DEF - Indicatori contenuti nel prodotto A11\_TI1 riportati in formato di shape file

### **PARAGRAFO 4.1 – SCENARI DI EVENTO**

**Prodotti realizzati dal CAMILab dell'Università della Calabria e dal Consorzio CINID**

A32\_LG1 - Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento

A32\_LG2 - Linee guida per la redazione di carte dei punti critici idraulici

A32\_LG4 - Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici

A32\_LG4\_ALLEGATI - Report su casi di studio

A41\_LG1 - Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione

A41\_LG2 - Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico

A41\_LG2\_ALLEGATO1 - Schede dei punti singolari

B32CAL\_LG1 - Linee guida per lo sviluppo di Piani di Protezione Civile con riferimento al rischio idraulico

B32CAL\_RT2 - Rapporto tecnico su affiancamento alla Regione per redazione/aggiornamento degli strumenti di pianificazione di Protezione Civile

B32PUG\_RT1 - Rapporto tecnico su contributi metodologici forniti nell'ambito della definizione delle nuove Linee guida regionali per la redazione dei Piani di Protezione Civile Comunali

#### **PARAGRAFO 4.2 - SCENARI DI RISCHIO PER LE PERSONE**

**Prodotti realizzati dal CAMILab dell'Università della Calabria e dal Consorzio CINID**

A32\_LG5 - Linee guida per la definizione di scenari di rischio per le persone

A32\_LG4\_ALLEGATI - Report su casi di studio. Elaborazione scenari di evento e scenari di rischio

B32CAL\_LG1 - Linee guida per lo sviluppo di Piani di Protezione Civile con riferimento al rischio idraulico

B32CAL\_RT2 - Rapporto tecnico su affiancamento alla Regione per redazione/aggiornamento degli strumenti di pianificazione di Protezione Civile

B32PUG\_RT1 - Rapporto tecnico su contributi metodologici forniti nell'ambito della definizione delle nuove Linee guida regionali per la redazione dei Piani di Protezione Civile Comunali

#### **PARAGRAFO 4.3 - PUNTI CRITICI DEL TERRITORIO**

**Prodotti realizzati dal CAMILab dell'Università della Calabria**

A32\_LG1 - Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento

A32\_LG2 - Linee guida per la redazione di carte dei punti critici idraulici



A32\_LG4 - Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici

A32\_LG4\_ALLEGATI - Report su casi di studio

A41\_LG1 - Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione

A41\_LG2 - Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico

A41\_LG2\_ALLEGATO 2 - Schede dei punti singolari

B41BAS\_RT1 - Ricognizione dei punti di interesse per l'attività del Presidio territoriale idraulico

B41SIC\_RT1 - Integrazione dei presidi idraulici di primo livello

#### **PARAGRAFO 4.4 – PRESIDIO TERRITORIALE IDROGEOLOGICO E IDRAULICO**

##### **Prodotti realizzati dal CAMILab dell'Università della Calabria**

A32\_LG1 - Linee guida per l'identificazione di scenari tipici di evento

A32\_LG2 - Linee guida per la redazione di carte dei punti critici idraulici

A32\_LG4 - Linee guida per la costruzione di scenari di evento per diversi livelli (almeno 3) e per diversi scenari tipici

A32\_LG4\_ALLEGATI - Report su casi di studio

A41\_LG1 - Linee guida per l'identificazione dei punti critici e dei punti di osservazione

A41\_LG2 - Linee guida per l'organizzazione del Presidio territoriale idrogeologico e idraulico

A41\_LG2\_ALLEGATO 2 - Schede dei punti singolari

A43\_DT5 - Progetto formativo. E-learning-modulo 7

B41BAS\_LG1 - Progetto di PT. Indirizzi organizzativi e applicazioni alla Regione Basilicata

B41CAL\_LG1 - Progetto di PT. Indirizzi organizzativi e applicazioni alla Regione Calabria

B41CAM\_LG1 - Progetto di PT. Indirizzi organizzativi e applicazioni alla Regione Campania

B41PUG\_LG1 - Progetto di PT. Indirizzi organizzativi e applicazioni alla Regione Puglia

B41SIC\_LG1 - Progetto di PT. Indirizzi organizzativi e applicazioni alla Regione Siciliana

## **PARAGRAFO 5.1 - ANALISI E VALUTAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE A SCALA COMUNALE**

### **Prodotti realizzati da Fondazione Politecnico di Milano**

A31\_LG1 - Linee guida per l'analisi dei piani esistenti

A31\_TI2 - Scheda per l'analisi dei Piani di Protezione Civile (file excel)

### **Prodotti realizzati dal CAMILab dell'Università della Calabria**

A43\_LG1 - Linee guida per la valutazione dei Piani di Protezione Civile

A43\_LG1\_ALLEGATO 1 - Schemi applicativi delle procedure di valutazione di un PPC

A43\_LG1\_ALLEGATO 2 - Rapporto sull'applicazione del metodo di valutazione dei Piani di Protezione Civile al campione di 50 Comuni pilota individuati nelle Regioni obiettivo

A43\_TI1 - Griglie informatizzate per la valutazione/autovalutazione dei Piani di Protezione Civile (file excel)

A43\_DT4 - Format del rapporto di evento per la verifica dei Piani di Protezione Civile

B31\_BAS\_RT1; B31\_CAL\_RT1; B31\_CAM\_RT1; B31\_PUG\_RT1; B31\_SIC\_RT1 - Relazione su sperimentazione Scheda di analisi dei Piani di Protezione Civile

## **PARAGRAFO 5.2 - VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ E LIVELLI STANDARD DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO**

### **Prodotti realizzati da Fondazione CIMA**

A51\_LG2 - "Linee guida per l'individuazione delle misure non strutturali necessarie per raggiungere un livello standard minimo di riduzione del rischio per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità e loro integrazione dei piani di emergenza". Allegato 1 - Livelli di implementazione delle Misure Non Strutturali di riduzione del rischio.

A51\_TI1 (versione 2.0) - Tool di supporto alla stesura di PE secondo standard minimi

A51\_DT4 - Manuale per l'utilizzo del tool A51\_TI1

B51\_BAS/CAL/CAM/PUG/SIC - Report relativo alle attività di affiancamento per la definizione obiettivi minimi, Linee guida programmazione interventi, analisi fabbisogni

# CONCLUSIONI GENERALI

**Fausto Guzzetti**

*Direttore dell'Ufficio attività tecnico-scientifiche per la previsione e prevenzione dei rischi del Dipartimento della Protezione Civile*

A conclusione di progetto vale la pena chiedersi cosa abbiamo imparato e come possiamo proseguire.

Per prima cosa, che una migliore capacità di gestione delle emergenze passa da una riorganizzazione del territorio per ambiti territoriali aderenti alle realtà socioeconomiche esistenti, oltre che da una ottima conoscenza del territorio e dei rischi presenti nel territorio. Abbiamo poi imparato che è fondamentale condividere localmente i processi di realizzazione delle strategie e che la mancanza di condivisione è garanzia di insuccesso. E abbiamo imparato che è necessario stabilire dei livelli essenziali di sicurezza di protezione civile indispensabili per garantire la sicurezza in modo omogeneo in tutto il territorio.

Tre considerazioni finali. La prima. Le Regioni che hanno partecipato al progetto sono interessate a estendere a tutto il territorio quanto fatto nei contesti sperimentali. La seconda. Altre Regioni hanno espresso interesse ad applicare le metodologie sviluppate nel progetto. La terza. Questo è sufficiente per proporre un'estensione del Programma. Ma non basta; è necessario passare dai livelli essenziali di sicurezza – riferiti alla capacità di fronteggiare e gestire un'emergenza di protezione civile – a una più generale resilienza territoriale alle catastrofi e parlare di resilienza territoriale significa garantire la continuità delle condizioni minime di benessere a fronte di una catastrofe.

Le proposte per il futuro non possono che basarsi sulle lezioni apprese nel PON Governance e Capacità Istituzionale e trovare fondamento su principi ben più generali, che troviamo a livello internazionale negli Obiettivi per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, nell'Accordo di Partenariato 2021-2027, a livello nazionale nella Costituzione della Repubblica ed evidenziati anche attraverso il rapporto sul Benessere equo e sostenibile in Italia dell'Istituto Nazionale di Statistica.

Fra i 17 obiettivi indicati dalle Nazioni Unite per trasformare il mondo con uno sviluppo sostenibile, l'undicesimo è "Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili". In particolare, l'obiettivo di nostro interesse è quello di aumentare considerevolmente il numero di città e insediamenti umani che adottano e attuano politiche integrate e piani tesi alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, alla resistenza ai disastri, e che promuovono e attuano una gestione olistica del rischio di disastri, in linea con il Quadro di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030.

Il 17 gennaio 2022 il Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri ha trasmesso alla Commissione europea, secondo le modalità richieste per la notifica formale, la proposta di Accordo di Partenariato della politica di coesione europea 2021-2027 dell'Italia ed è stato recentemente approvato.

L'esposizione ai rischi naturali della popolazione italiana è molto elevata. Esposizione e fragilità rendono prioritaria la messa in sicurezza del territorio e la mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici in coerenza con la Strategia nazionale ed europea di adattamento al cambiamento climatico. A questi obiettivi concorreranno i programmi regionali e alcune linee nazionali segnatamente finalizzate a preservare il patrimonio culturale statale delle Regioni meno sviluppate.

Con riferimento all'obiettivo specifico su clima e rischi, vengono individuate, per i rischi principali presenti in Italia, le priorità di azione:

1. Altamente prioritario è il contrasto al dissesto geo-idrologico, la messa in sicurezza dei territori montani e delle aree a maggior rischio, che si consegue attraverso la prevenzione di eventi calamitosi e interventi di preparazione a fronteggiare la fase di evento delle calamità e di risposta post-evento.

2. Per il rischio sismico, priorità è assegnata alla messa in sicurezza sismica di edifici pubblici ed infrastrutture di rilevanza strategica e dei centri operativi, secondo le priorità individuate dal sistema di protezione.
3. Per il rischio vulcanico, priorità è assegnata agli investimenti volti alla tutela della popolazione e a misure di prevenzione e gestione del rischio in linea con la pianificazione di settore.

A livello nazionale, nella nostra Costituzione, e in particolare nel Titolo V che regola i rapporti fra lo Stato, le Regioni e le Province, l'art. 117 nel prescrivere che la potestà legislativa è esercitata dallo Stato e dalle Regioni, alla lettera m) attribuisce allo Stato la legislazione esclusiva nella determinazione dei livelli essenziali delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali che devono essere garantiti su tutto il territorio nazionale. E fra i diritti civili e sociali riteniamo vi sia anche quello di sicurezza nei confronti dei rischi naturali e delle loro conseguenze. Da ultimo, il rapporto BES 2021 dell'ISTAT sul Benessere equo e sostenibile in Italia, in campo ambientale sostiene che un ambiente naturale vitale e resiliente è un requisito essenziale per garantire benessere per tutte le componenti della società.

Sulla base di questi principi, alti e generali, e di quanto è stato appreso lavorando con le Regioni sul territorio in questi quasi cinque anni, si dovrà lavorare per proposte integrate per attività future. La prima è mirata al raggiungimento dei livelli essenziali di sicurezza di protezione civile in tutto il territorio nazionale. Si tratta di estendere a tutti i territori di tutte le Regioni, sulla base di loro specifici interessi e necessità, quanto fatto in alcuni Contesti Territoriali nelle aree oggetto di questo progetto. La seconda proposta estende la prima, e mira a raggiungere un livello essenziale di resilienza alle catastrofi naturali in tutto il territorio nazionale, promuovendo la previsione e la prevenzione dei rischi e la capacità di rispondere efficacemente e tempestivamente a un evento naturale potenzialmente catastrofico.

