

## **IL PIANO DI EMERGENZA COMUNALE DI CARPANZANO: UN CASO DI STUDIO**

Alessandra DELL'ACCIO (\*), Roberto RENØ (\*),  
Pasquale AUDIA (\*), Stefano DE MARCO (\*)

(\* Studio AGIF – Professionisti Associati per l'Ambiente ed il Territorio, via Monte Santo, 116,  
87100 Cosenza, tel/fax 0984/72101, e -mail: studioagif@gmail.com

### **Riassunto**

Il presente lavoro illustra le metodologie utilizzate, i problemi incontrati e i risultati ottenuti nell'ambito della redazione del Piano di Gestione dell'Emergenza di Carpanzano, un piccolo Comune ubicato nella valle del Savuto, in provincia di Cosenza, in un territorio caratterizzato da una forte instabilità dei versanti, da una copertura boschiva che lo interessa per oltre il 70% e da un altissimo indice di intensità macrosismica.

This paper describes methodologies used, problems encountered and results achieved in developing Emergency Management Plan for Carpanzano, a small town located in Savuto valley in the province of Cosenza, characterized by strong slope instability, extensive forest cover and very high macroseismic intensity level.

### **Introduzione**

Da tempo si sta lavorando nel campo della Protezione Civile per affrontare le situazioni di emergenza attivate dal verificarsi di eventi catastrofici, ma anche e soprattutto per prevenirle, al fine di impedire o limitare le situazioni di rischio, soprattutto quando esse sono causate da un cattivo uso del territorio. Si pensi in tal senso al disastro di Soverato, nel catanzarese, avvenuto nel 2000 a causa dell'inopportuna presenza di un campeggio nell'alveo del torrente Soverato-Strame, esondato in seguito a qualche giorno di pioggia torrenziale, o alla frana che nel 2005, in seguito ad una intensa ondata di maltempo, distrusse Cavallerizzo, un intero centro abitato in provincia di Cosenza. Dal punto di vista legislativo, diversi provvedimenti sono stati emanati con l'obiettivo di mettere a punto strumenti e strategie atti a ridurre al minimo l'entità dei danni ai beni materiali e la perdita di vite umane. Tra questi vi è la Legge 267/98 che impone a tutti i Comuni che presentano aree a rischio idrogeologico molto elevato di dotarsi di un Piano di Emergenza e che designa il Sindaco come massima autorità comunale di protezione civile. Questa legge, insieme alle indicazioni tecnico-normative che ad essa hanno fatto seguito, talvolta disomogenee non solo in termini di elaborati da redigere, ma anche in merito alla stessa terminologia da utilizzare in fase di emergenza, ha costituito il quadro di riferimento per la redazione del Piano di Gestione dell'Emergenza Comunale di Protezione Civile di Carpanzano, un piccolo Comune della Provincia di Cosenza, ubicato nella valle del Savuto.

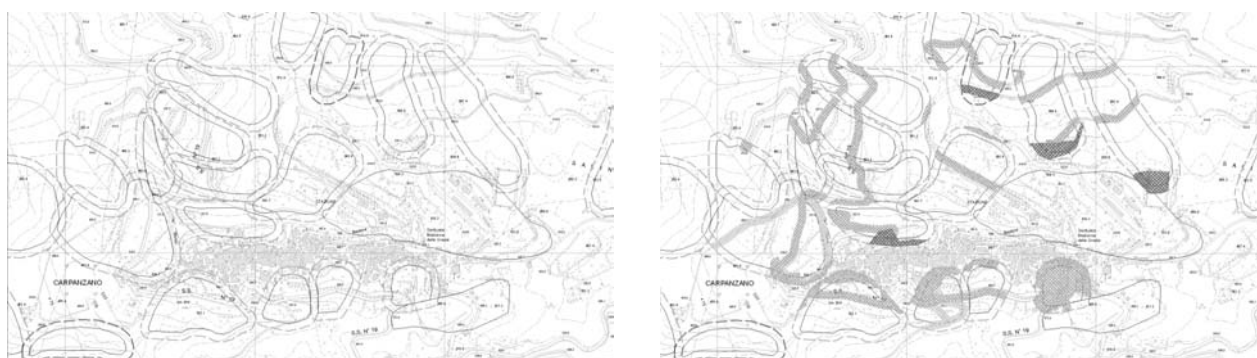
### **Materiali e metodi**

Gli scenari di rischio presenti nel territorio comunale di Carpanzano sono stati individuati sulla base delle indicazioni contenute nella direttiva "Sistema di Allertamento regionale per il Rischio idrogeologico ed idraulico in Calabria" in parte ripresa dalle "Linee Guida per la Pianificazione comunale di Emergenza di Protezione Civile", approvate dalla Giunta Regionale nell'agosto 2007. Mentre alcuni scenari di rischio, in particolare quelli relativi agli eventi meteorologici (neviccate, temporali, venti forti, etc.), interessano l'intera zona in maniera generalizzata, altri, derivanti da fattori geomorfologici, vegetazionali, urbanistici, interessano porzioni circoscritte di territorio, che

devono essere individuate attraverso un'accurata analisi di rischio supportata da considerazioni di tipo geografico. Per l'individuazione di tali scenari di rischio e per la redazione degli elaborati cartografici che costituiscono parte integrante del Piano di Emergenza è stato fatto largo uso dei Sistemi Informativi Geografici. I rischi presenti sul territorio sono stati determinati dalla sovrapposizione di carte di pericolosità e vulnerabilità, sfruttando le potenzialità di overlaymapping offerte dal GIS. Essendo il territorio di Carpanzano caratterizzato da una forte instabilità dei versanti, da una estesa copertura boschiva e da un altissimo indice di intensità macrosismica, si è ritenuto opportuno rivolgere particolare attenzione allo studio di tre tipologie di rischio: idrogeologico, sismico e da incendi di interfaccia.

### *Rischio idrogeologico*

Le situazioni di rischio idrogeologico sono state ricondotte essenzialmente alla presenza di fenomeni franosi. Per la definizione dello scenario di pericolosità da frana si è fatto riferimento ai dati riportati nella Carta dei Centri Abitati instabili elaborata nell'ambito della redazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria. Da questa carta si è ricavata la perimetrazione delle aree in frana presenti nel territorio di Carpanzano, con le informazioni su tipologia, orientamento e stato di attività e con il relativo grado di pericolosità. Seguendo le metodologie adottate nel PAI per lo studio del rischio idrogeologico, si è ricavato il bacino di pericolosità, ovvero l'area di influenza di ciascuna frana, applicando ai poligoni chiusi che rappresentano le frane un buffer di 20 metri. Una volta ricavato il bacino di pericolosità, si è assegnato ad esso un grado di pericolosità crescente, da P1 a P4, dipendente da una serie di fattori quali la velocità e l'intensità del fenomeno franoso. Per quanto riguarda la vulnerabilità ai fenomeni franosi, i principali elementi esposti al rischio idrogeologico, individuati nell'ambito della redazione del PAI, sono essenzialmente riconducibili a due categorie: i centri abitati con popolazione superiore a 200 abitanti e le infrastrutture di importanza nazionale e provinciale, aventi rispettivamente grado di vulnerabilità V4 e V3. Il limite dell'utilizzo di questa classificazione nell'ambito dell'analisi del rischio frana di un piccolo Comune come Carpanzano è quello di non prendere in esame i nuclei abitati con popolazione inferiore a 200 abitanti, che risultano dunque paradossalmente non vulnerabili, e le infrastrutture di livello comunale, che possono invece rivestire un ruolo strategico per la pianificazione di emergenza locale. Pertanto, ai fini della valutazione della vulnerabilità degli elementi antropici esposti al rischio idrogeologico, si è proceduto alla inclusione di queste categorie, desunte dalla carta tecnica regionale alla scala 15000. Gli elementi antropici esposti sono stati individuati considerando zone abitate e infrastrutture direttamente ricadenti nelle aree in frana e nel relativo bacino di influenza. Il grado di vulnerabilità è stato assegnato agli elementi esposti secondo il seguente criterio: ai centri abitati, indipendentemente dal numero di abitanti è stato assegnato il grado di vulnerabilità massimo, pari a V4, alle infrastrutture viarie di importanza nazionale, regionale, provinciale e alle strade comunali di importanza strategica è stato assegnato un grado di vulnerabilità pari a V3, alle strade comunali è stata assegnata una vulnerabilità pari a V2 e alle strade private è stata assegnata una vulnerabilità minima, pari a V1.



*Figura 1 – Individuazione delle aree in frana, del bacino di pericolosità (a sinistra) e delle aree a rischio (destra).*

Il rischio frana è stato ottenuto dalla combinazione tra le classi di pericolosità e le classi di vulnerabilità, mediante l'utilizzo di una apposita matrice, che si discosta in modo rilevante da quella adottata in ambito PAI. Questa, infatti, risulta essere sbilanciata verso livelli di rischio medio bassi. Da ciò deriva che allo scenario costituito da una infrastruttura viaria strategica di vulnerabilità V3, come la rete ferroviaria regionale, ricadente in un'area in frana a pericolosità elevata P3, corrispondente ad un fenomeno franoso quiescente - ovvero passibile di attivazione in caso di eventi meteorici di particolare intensità - e rapido, è assegnato un livello di rischio medio R2, per il quale, secondo la letteratura "sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche", con evidente sottostima dello stesso. Pertanto si è scelto di adottare una nuova matrice del rischio, ottenuta facendo la considerazione che gli elementi sulla diagonale principale, derivanti dalla combinazione di vulnerabilità e pericolosità di uguale livello, devono fornire livelli di rischio corrispondenti.

	P4	P3	P2	P1
V4	R4	R3	R2	R2
V3	R3	R2	R1	R1

	P4	P3	P2	P1
V4	R4	R4	R3	R2
V3	R4	R3	R3	R2
V2	R3	R3	R2	R2
V1	R2	R2	R2	R1

Figura 2 – Matrici di rischio adottata in ambito PAI (a sinistra) e nel presente lavoro (destra)

#### Rischio sismico

Carpanzano è caratterizzato da un altissimo indice di intensità macrosismica, acquisito in seguito al terremoto catastrofico, di intensità stimata pari all'XI grado della scala Mercalli, che il 27 marzo del 1638 rase al suolo tutte le abitazioni del centro abitato, causando la morte di 495 persone. Per la determinazione del rischio sismico si è utilizzata una metodologia di tipo statistico volta ad individuare il numero di persone costrette ad abbandonare la propria abitazione resa inagibile in seguito ad un evento sismico atteso, ai fini del dimensionamento delle aree di accoglienza comunale. Anche questo tipo di analisi ha comportato lo studio della pericolosità sismica della zona e della vulnerabilità degli edifici. La pericolosità sismica di una zona è determinata dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che raggiungono. Dal punto di vista statistico, essa rappresenta la probabilità che un valore prefissato di intensità venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo. Nella mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), la pericolosità è espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Esprimere la pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica anziché di accelerazione consente di caratterizzare gli effetti del sisma sull'ambiente antropico mediante una scala ordinale e discreta. Utilizzando rette di regressione (Capera et al., 2007) è stato possibile desumere che, a livelli di accelerazione compresi tra 2,5 e 3  $m/s^2$ , che esprimono la pericolosità per il comune di Carpanzano, corrispondono intensità macrosismiche comprese tra il VII e l'VIII grado della scala MCS, equivalenti a sismi di grado analogo nella nuova scala europea EMS98. La vulnerabilità di una costruzione riflette la sua capacità di rispondere alle sollecitazioni provocate dal sisma ed è misurata dal danno che la costruzione subisce a fronte di un evento sismico di data intensità. L'assegnazione della classe di vulnerabilità agli edifici di Carpanzano è stata effettuata utilizzando una metodologia sviluppata dal Gruppo Nazionale di Difesa dai Terremoti (GNDT), che si basa sulle Matrici di Probabilità di Danno (DPM). Secondo tale metodologia, le varie tipologie edilizie sono distinte in sei classi di vulnerabilità con andamento decrescente da A ad F che consentono di raggruppare edifici anche diversi tra loro, ma caratterizzati da un comportamento analogo nei riguardi del sisma. L'appartenenza di una struttura edilizia ad una classe di vulnerabilità piuttosto che ad un'altra è stata effettuata, per il comune di Carpanzano, prendendo in esame la tipologia costruttiva dei fabbricati, essenzialmente riconducibile alle due categorie cemento armato e



muratura. Le costruzioni in cemento armato, abbastanza recenti, sono state assegnate per la quasi totalità alla categoria D di vulnerabilità, che comprende le strutture con telaio dotato di una moderata risposta al sisma. Tale categoria risulta per Carpanzano quella caratterizzata da vulnerabilità minima. Per quanto riguarda le costruzioni in muratura, particolare attenzione è stata posta alla qualità della stessa, distinguendo la tipologia del materiale costituente. Ad un materiale scadente, quale il pietrame grezzo, i mattoni crudi, o ai fabbricati in cattivo stato di conservazione per i quali non era ipotizzabile alcun intervento pregresso di ristrutturazione o miglioramento sismico, è stata associata la categoria A, corrispondente ad una vulnerabilità massima, ai fabbricati in pietrame sbizzato oppure in pietra grezza intercalata da strati orizzontali realizzati in mattoni o pietre lavorate (muratura listata) e per i quali era ipotizzabile un qualche intervento di miglioramento sismico (inserimento di cordoli, tiranti in acciaio o sostituzione dei solai in legno con solai in putrelle o latero-cementizi) è stata assegnata una categoria B, corrispondente ad una vulnerabilità medio-alta, ai fabbricati in muratura in mattoni o blocchi, per i quali era ipotizzabile la presenza di solai in putrelle o latero-cementizi è stata assegnata la categoria C, di vulnerabilità media. È stata esclusa la presenza di fabbricati di categoria E (vulnerabilità medio bassa) e F (vulnerabilità bassa) essenzialmente riconducibili a strutture in acciaio o a strutture in cemento armato con telaio dotato di risposta sismica molto elevata. La composizione del patrimonio edilizio del comune di Carpanzano, in termini delle classi sopra definite è riportata nel grafico seguente.

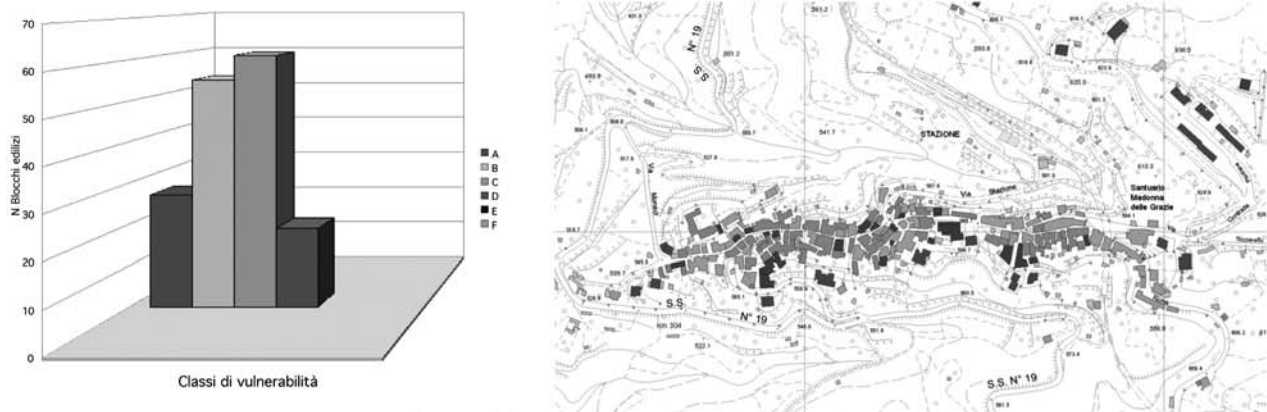


Figura 3 – Vulnerabilità sismica degli edifici di Carpanzano

Grazie all'utilizzo di dati Istat relativi alla composizione del patrimonio edilizio si è stimata la distribuzione della popolazione residente per classi di vulnerabilità. Definite le caratteristiche di pericolosità del territorio e la vulnerabilità del patrimonio edilizio, si è proceduto alla valutazione probabilistica del danno atteso. Per la quantificazione del danno si è fatto riferimento alle definizioni di danno connesse alla scala macrosismica EMS98, relative sia agli edifici in muratura sia a quelli in cemento armato. Secondo queste definizioni si va dal livello di danno 0, corrispondente ad assenza di danno, al livello 5, corrispondente al danno strutturale molto pesante, passando per il livello 3 con il quale gli edifici sono resi inagibili. Per la determinazione della distribuzione probabilistica del danno si è fatto riferimento alla seguente legge binomiale, funzione del solo parametro libero  $d$ , compreso tra 0 e 1, che rappresenta il danno medio:

$$p_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} d^k (1-d)^{5-k} \quad [1]$$

dove:  $p_k$  è la probabilità di avere un danno di livello  $k$  ( $k=0,1,2,3,4,5$ ) ed il simbolo "!" indica l'operatore fattoriale.

Classe	Probabilità del verificarsi di un livello di danno superiore o uguale a 3 per un sisma di grado:					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>A</b>	0,42	0,75	0,95	1	1	1
<b>B</b>	0,13	0,42	0,75	0,95	1	1
<b>C</b>	0,01	0,13	0,42	0,75	0,95	1
<b>D</b>	0	0,01	0,13	0,42	0,75	0,99

Figura 4 - Probabilità del verificarsi di un livello di danno  $\geq 3$  per un sisma di vario grado

La tabella precedente mostra la probabilità del verificarsi di un livello di danno pari a 3 per ogni categoria di edifici e per sismi di diversa intensità. La tabella seguente mostra, invece, sulla base della distribuzione degli abitanti per categoria di edifici precedentemente effettuata, il numero di persone che sarebbero da allontanare dalle proprie abitazioni e, quindi, da alloggiare nelle aree di accoglienza, per sismi di diversa intensità. Poiché il sisma atteso per Carpanzano si attesta intorno all'VIII grado della scala EMS98, le aree di accoglienza sono state dimensionate, in via cautelativa, per ospitare agevolmente un numero di persone pari a circa cento unità.

Classe	N. abitanti complessivi per classe	Stima del numero abitanti da evacuare in seguito al verificarsi di sismi di intensità:					
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>A</b>	18	8	13	17	18	18	18
<b>B</b>	96	13	40	72	91	96	96
<b>C</b>	170	1	23	71	127	162	170
<b>D</b>	94	0	1	13	39	70	94
<b>Totale</b>	<b>378</b>	<b>22</b>	<b>77</b>	<b>173</b>	<b>276</b>	<b>346</b>	<b>378</b>

Figura 5 – Stima del numero di abitanti da evacuare in seguito al verificarsi di sismi di vario grado

#### Rischio incendi di interfaccia

L'analisi del rischio da incendi di interfaccia è stata effettuata secondo la metodologia indicata nel "Manuale operativo per la redazione dei piani di emergenza comunale di protezione civile". Per la determinazione dello scenario di pericolosità è stata effettuata, in via preliminare, la perimetrazione delle aree antropizzate, attorno alle quali è stata poi individuata una fascia perimetrale, larga circa 200 m, che rappresenta la zona non urbanizzata a più stretto contatto con le aree antropizzate che, per la presenza di vegetazione, per particolari condizioni morfologiche o per la presenza di incendi pregressi, presenta una attitudine più o meno elevata all'innescarsi di incendi di interfaccia. Il grado di pericolosità, basso, medio o alto, è stato assegnato alle zone comprese nella fascia perimetrale, attraverso una analisi multicriteriale, basata su molteplici parametri: il tipo e la densità di vegetazione, la pendenza, il tipo di contatto con aree boschive (a monte, a valle, completamente circondato, etc.), la distanza di eventuali incendi pregressi rispetto alle aree antropizzate, la classe di rischio incendio nella quale ricade il comune di Carpanzano, secondo la classificazione A.I.B. effettuata dalla Regione Calabria ai sensi della legge 353/2000. I dati necessari allo studio della pericolosità sono stati in parte ricavati dalla carta tecnica regionale alla scala 1:5000 (tipo e densità di vegetazione e pendenza) e integrati mediante sopralluoghi, mentre quelli relativi alla perimetrazione degli incendi sono stati tratti dal catasto incendi della Comunità Montana del Savuto. Per vulnerabilità agli incendi di interfaccia si intende la suscettibilità più o meno marcata a subire danni derivanti dall'innescarsi di tali fenomeni. Ai fini della valutazione della vulnerabilità si è definita una fascia di interfaccia, intendendo come tale una ristretta fascia, inscritta nel perimetro delle aree antropizzate, della larghezza di circa 30 metri. La definizione della fascia di interfaccia consente di individuare "la zona di contiguità tra le strutture antropiche e la vegetazione ad esse adiacente esposta al contatto con i sopravvenienti fronti di fuoco". Per la determinazione della vulnerabilità della fascia di interfaccia, si è suddivisa la stessa in porzioni omogenee per caratteristiche quali il numero e la sensibilità degli esposti. Sulla base di tali parametri è stata assegnata a ciascuna porzione della fascia di interfaccia un valore di vulnerabilità. Le classi di

vulnerabilità individuate secondo le indicazioni del manuale operativo sono tre, corrispondenti ad un livello di vulnerabilità basso, medio o alto degli esposti.

Il rischio derivante da incendi di interfaccia è stato determinato incrociando i dati relativi alla pericolosità della fascia perimetrale e alla vulnerabilità della fascia di interfaccia.

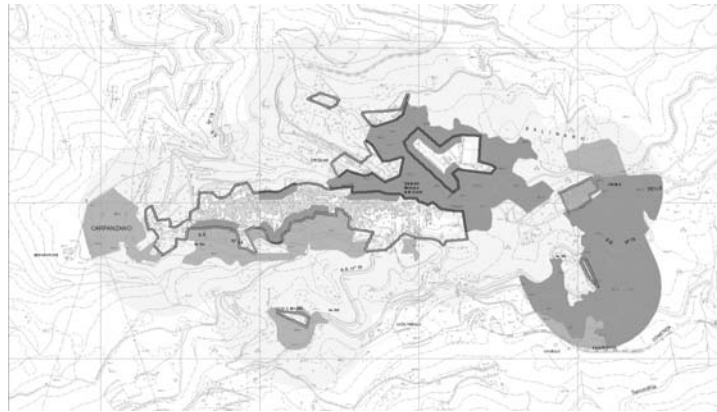


Figura 6 – Carta del rischio da incendi di interfaccia

### **Risultati e conclusioni**

Gli studi effettuati hanno permesso di mettere in luce le situazioni di rischio presenti nel territorio di Carpanzano, riconducibili essenzialmente alla presenza di fenomeni franosi, alla elevata pericolosità sismica e al probabile innescarsi di incendi. In relazione al rischio idrogeologico è emerso che il territorio di Carpanzano presenta molteplici frane, alcune attive, molte quiescenti, cioè passibili di attivarsi in condizioni di maltempo, che interessano porzioni marginali dell'abitato e diverse infrastrutture, alcune delle quali strategiche; in relazione al rischio sismico, pur trovandosi l'abitato in una zona ad alta sismicità, si è riscontrato che la maggior parte degli edifici presenta una vulnerabilità al sisma da alta a medio-alta, mentre solo pochi, quelli più recenti in cemento armato, presentano una vulnerabilità medio-bassa. In merito al rischio incendi, si è visto che le zone più esposte sono quelle che si trovano nella parte nord-orientale dell'abitato, che interessano strutture quali il campo sportivo, la stazione, il nuovo quartiere residenziale, ma anche alcune zone del centro storico dove sono presenti chiese e palazzi monumentali e strutture per anziani. Questa base di conoscenze dovrebbe servire, a nostro avviso, non solo alla pianificazione e gestione delle situazioni di emergenza, per le quali essenzialmente è stata realizzata, ma anche, e soprattutto, dovrebbe dare l'avvio alla messa a punto di azioni mirate di prevenzione - risanamento strutturale, consolidamento dei versanti, gestione del patrimonio boschivo, pulizia degli incolti, etc. - volte ad impedire, nei limiti del possibile, il verificarsi di disastri evitabili.

### **Bibliografia**

- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2007), *Manuale Operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di Protezione Civile*
- Giunta Regionale della Calabria (2007) *Linee guida per la pianificazione comunale di emergenza di protezione civile*, Deliberazione n. 472 del 24 luglio 2007
- Stucchi M., Camassi R., Rovida A., Locati M., Ercolani E., Meletti C., Migliavacca P., Bernardini F., Azzaro R. (2007), "DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04", *Quaderni di Geofisica*, 49, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>
- Gómez Capera A.A., Albarello D., Gasperini P. (2007), *Aggiornamento relazioni fra l'intensità macrosismica e PGA*. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D11, <http://esse1.mi.ingv.it/d11.html>
- Giovinazzi S., Lagomarsino S. (2001), "Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito", Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica", *Atti del X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia"*, Potenza-Matera.