



Ricerca: Tutti i campi = Geologia dell'Ambiente (parole in AND)

Scheda: 1/496

Livello bibliografico Periodico

Tipo documento Testo

Titolo **Geologia dell'ambiente / Società Italiana di Geologia Ambientale**

Pubblicazione Roma : SIGEA, 1992-

Descrizione fisica v. ; 30 cm

Note generali · Supplementi monografici disponibili online, URL: [www.sigeaweb.it/supplementi.html](http://www.sigeaweb.it/supplementi.html)

Numeri · [ISSN] 1591-5352  
· [ACNP] P 00240529

- Comprende
- A proposito dell'ILVA di Taranto: è possibile produrre acciaio inquinando meno? / Giorgio Nebbia. - pp. 11-12 : ill.
  - L' acqua e il suolo/sottosuolo : l'utilizzo, la preservazione / Giancarlo Guado. - pp. 23-26 : ill.
  - Le acque minerali e termali nell'ambito delle aree protette in Basilicata. Il Parco Regionale del Vulture / Gianfranco Botte ... [et al.]. - pp. 76-79 : ill.
  - Le acque mineralizzate della Provincia di Roma / Maria Luisa Felici. - pp. 97-100 : ill.
  - Acque sotterranee e periodicità di ridotte precipitazioni in Umbria / Roberto Checcucci. - pp. 25-26 : ill.
  - Acque, fiumi e paesaggi fluviali: una lettura in chiave idro-geo-morfologica / Giuseppe Gisotti. - pp. 22-27 : ill.
  - " Affinchè l'Italia smetta di franare quando piove": i Contratti di Fiume per uscire dalla cultura del rischio e dell'emergenza / Massimo Bastiani. - pp. 2-8 : ill.
  - Aggiornamenti sulla ultracentenaria instabilità del versante orientale della collina di Monteverde in Roma / Marco Amanti, Giuseppe Catalano. - pp. 22-28 : ill.
  - Alcune considerazioni sui cedimenti di edifici fondati sui depositi alluvionali nel centro di Roma / Mercurino Sappa, Giuseppe Sappa. - pp. 14-16
  - Alcune considerazioni sul dissesto idrogeologico del paese, tratte dal dossier "Ecosistema rischio 2016" di Legambiente / a cura di Stefano Mattoccia e Francesca Ottaviani. - pp. 20-23 : ill.
  - Alcune riflessioni sull'apporto della geoarcheologia e della geologia ambientale nello studio dei paesaggi antichi / Giocchino Lena. - pp. 22-27 : ill.
  - Le alterazioni del territorio provocate dall'itticoltura / Leonardo Lombardi. - pp. 17-18 : ill.
  - AMEBA (A parametric Method for Erosion Beach Assessment): applicazione alle spiagge del Salento leccese / Francesco Gianfreda, Paolo Sansò. - pp. 2-8 : ill.
  - L' analisi del rischio da frana in protezione civile: aspetti teorici e applicativi / Giuseppe Basile, Marinella Panebianco. - pp. 19-27 : ill.

- Analisi del rischio territoriale nel bacino del lago di Nemi, Roma / Emanuele Loret, Franco Medici, Carlo Testana. - pp. 17-21 : ill.
- Analisi di visibilità su una cava di calcare / Vito La Banca, Silvia Leombruni. - pp. 6-9 : ill.
- Analisi geoambientale di un sito oggetto di attività chimico-industriale : l'area dell'ex stabilimento De Bartolomeis di Ambivere (BG) / Davide Baioni, Paolo Busdraghi. - pp. 2-8 : ill.
- Analisi geomorfologica di un torrente montano appenninico. Il torrente Rava di Pozzilli (Isernia) / Vito La Banca ... [et al.]. - pp. 7-13 : ill.
- Analisi geomorfologica e morfometrica del bacino del torrente Arzilla finalizzata alla valutazione del rischio idrogeologico / Tiziana D'Angeli, Olivia Nesci. - pp. 2-7 : ill.
- Analisi non convenzionali di un sistema idrologico : valorizzazione di acquiferi per uso termale in Montorio al Vomano (TE) / Romolo Di Francesco. Gianni Scalella, Matteo Siena. - pp. 80-85 : ill.
- Analisi sulle lunghe serie di precipitazione in Piemonte / Simona Fratianni, Fiorella Acquavota. - pp. 34-38 : ill.
- Andamenti idrologici in relazione all'erosione accelerata in regione prealpina / Annalisa Bove, Franca Maraga, Chiara Pelissero. - pp. 15-19 : ill.
- Antiche tecniche edilizie nell'architettura dei pozzi e degli impianti idraulici dedicati al culto dell'acqua nella Sardegna nuragica (1200-800 a.C.) / Maria Ausilia Fadda. - pp. 12-18 : ill.
- Le antiche terme di Bagnoli / Lamberto Laureti. - pp. 51-57 : ill.
- L' antico centro greco-romano di Monte Alburchia (Sicilia centro-settentrionale) : un geoarcheosito da tutelare e valorizzare / Roberto Franco, Gaetano Salvaggio. - pp. 21-26 ; ill.
- L' antico sistema d'approvvigionamento dell'acqua potabile della Medina di Tetouan (Marocco) / Mohamed El Abdellaoui ... [et al.]. - pp. 14-18 : ill.
- Applicabilità della tomografia elettrica per la verifica dell'efficienza di discariche di R.S.U. / Antonio Bratus, Daniel Nieto Yabar. - pp. 16-21 : ill.
- L' applicazione dello Standardized Precipitation Index (SPI) come strumento per la razionale gestione delle risorse idriche in aree siccitose: il caso di studio del Bacino del Candelaro / Alisa Esposito, Nicola Lopez, Vito Felice Uricchio. - pp. 2-7 : ill.
- Applicazione di metodi di indagine geofisica a studi di tettonica attiva: caratterizzazione delle morfologie sepolte dei bacini sedimentari di Colfiorito a Annifo, Umbria / Stefano Salvi, Laura Colini, Walter Catalani. - pp. 9-15 : ill.
- Applicazione integrata di tecniche acustiche e termografiche per la valutazione dello stato di conservazione dei materiali in opera / Felice Di Gregorio, Silvana Fais, Fabrizio Murgia. - pp. 3-8 : ill.
- L' approccio dell'analisi di rischio per la bonifica dei siti inquinati / Antonio Di Molfetta, Ivano Aglietto. - pp. 7-12 : ill.
- Approccio metodologico per la valutazione dei fattori di naturalità e pericolosità ai fini della realizzazione di un sito di discarica. Il caso di Caggiano-Vietri di Potenza (Appennino campano-lucano) / Marcello Schiattarella, Claudio Martino. - pp. 7-13 : ill.
- L' archivio dei luoghi della Grande Guerra della provincia di Treviso (Italia nord-orientale) : uno strumento per la conoscenza del territorio attraverso la storia / Simone Busoni ... [et al.]. - pp. 7-8 : ill.
- L' area del Monte dell'Ascensione (Marche meridionali): un geosito da tutelare e valorizzare / P. Farabollini, G. Scalella. - pp. 208-211 : ill.
- Arzachena: effetti dell'antropizzazione del Rio San Giovanni / Gian Franca Colombino, Alessandro Muscas. - pp. 24-32 : ill.

- Aspetti geologici e normativi del recupero conservativo dei beni ambientali culturali : lo scoglio di Santa Maria dell'isola di Tropea (Calabria) / Fabio Letto. - pp. 2-9 : ill.
  - Aspetti geologico-ambientali del geomorfosito di Santa Rosalia (Ribera, Sicilia). Riflessioni sulle eccellenze della località con proposta di interventi per la salvaguardia e la conservazione del paesaggio e delle sue singolarità naturali / Emanuele Siragusa. - pp. 20-32 : ill.
  - Aspetti geomorfologici, idrologici e idraulici del lago medievale di Maredolce a Palermo / Pietro Todaro. - pp. 3-12 : ill.
  - Attenuazione degli effetti negativi dei rischi naturali e tecnologici / Mario Dall'Aglio. - pp. 14-20 : ill.
  - Atti del convegno La geologia ambientale: strategie per il nuovo millennio : [Genova, 27-29 giugno 2002]
  - Le attività del Dipartimento Difesa della Natura dell'ISPRA per la conservazione del patrimonio geologico / M. Cristina Giovagnoli. - pp. 32-34 : ill.
  - Le attività e le misure intraprese per la gestione dell'archivio relativo alla legge 4 agosto 1984 n. 464 / Marco Amanti, Valentino Colantoni, Giovanni Conte. - pp. 9-14 : ill.
  - L'attività estrattiva nella regione Molise : Indicazioni per una corretta gestione in relazione alle problematiche di compatibilità ambientale e di recupero / Mauro Salazano. - pp. 28-32.
  - Autostrada (A1): Milano-Napoli : adeguamento del tratto di attraversamento appenninico tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello, cunicoli pilota della galleria di base, corrispondenza tra acquiferi previsti e riscontrati / Luigi Pierboni, Maura Lopez. - pp. 6-12 : ill.
  - Il bacino carbonifero di San Giorgio (Sardegna sud-occidentale). Proposte di tutela e valorizzazione / Elisabetta Benedetti ... [et al.]. - pp. 188-191 : ill.
  - Il Bacino Crotonese: un esempio di grande scendimento gravitativo innescato dal "crickogeno" silano / Alessandro Guerricchio. - pp. 33-47 : ill.
  - Il bacino idrominerale di Salice Terme : conoscenze e nuove ricerche / Franco Cavanna ... [et al.]. - pp. 37-46 : ill.
  - La base dei sommergibili di Sistiana: ricerche costiere e subacquee / Stefano Furlani ... [et al.]. - pp. 29-32 : ill.
  - Basi dimostrative naturali della sicurezza del confinamento geologico dei rifiuti radioattivi e selezione del sito di deposito definitivo / Aldo Brondi, Sergio D'Offizi, Giancarlo Ventura. - pp. 60-80 : ill.
  - La bassa valle del fiume Cavone e il deposito unico dei materiali radioattivi : l'ambiente fisico, condizioni al contorno e dinamiche evolutive / Giuseppe Spilotro. - pp. 51-59 : ill.
  - I beni geologici come espressione e veicolo culturale per tutti : un progetto in Emilia Romagna / Milena Bertacchini, Paola Coratza, Sandra Piacente. - pp. 18-21 : ill.
- ... Vedi tutti

Nomi · Società italiana di geologia ambientale

Lingua di pubblicazione ITALIANO

Paese di pubblicazione ITALIA

Codice identificativo IT\ICCU\CFI\0288104

Le caselline contrassegnano biblioteche registrate come fornitrici nel servizio ILL SBN

#### Dove si trova

BA0030	BA147	Biblioteca della Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura - CCIAA - Bari - BA - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
--------	-------	--

BA0075	BA112	Biblioteca comunale mons. Pompeo Sarnelli - Bisceglie - BT - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
BA0090	BA123	Biblioteca comunale Matteo Renato Imbriani - Corato - BA - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
BA0136	BA1DG	Biblioteca Metropolitana De Gemmis - Bari - BA - [consistenza] 20(2012)- lac. 2013:n.2
BA0238	FOGCR	Biblioteca del Consiglio Regionale della Puglia - Teca del Mediterraneo - Bari - BA
BA0356	GEAAP	Biblioteca dell'Agenzia regionale prevenzione e ambiente - ARPA della Puglia - Bari - BA - [consistenza] 2003-2004;2012- lac 2004
BA0444	BA152	Fondazione Puglia - Biblioteca - Bari - BA - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
<input type="checkbox"/> BL0111	VIAFA	Biblioteca della Fondazione Giovanni Angelini. Centro studi sulla montagna - Belluno - BL - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
B00394	UBOGU	Biblioteca "Franco Anelli" del Centro italiano di documentazione speleologica - Bologna - BO - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
B00618	EVEBO	Biblioteca dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV - Bologna - BO - [consistenza] 13(2005), n. 3
BR0015	BRIPA	Biblioteca comunale Francesco Trincherà senior - Ostuni - BR - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
CA0298	CAGAB	Biblioteca del Distretto biomedico scientifico - Sezione Beniamino Orrù - Università degli studi di Cagliari - Monserrato - CA - [consistenza] 1997-2016; lac. 2001-2002;2006;2009;2012-2013; - [collocazione] PERIODICI DEP3 S 1327
FE0130	UFESN	Biblioteca del Museo Civico di Storia Naturale - Ferrara - FE
<input type="checkbox"/> FE0163	UFEST	Biblioteca centralizzata scientifico-tecnologica dell'Università degli studi di Ferrara - Ferrara - FE - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
<input type="checkbox"/> FG0046	FOGFG	Biblioteca provinciale La Magna Capitana - Foggia - FG
FI0022	CFIIG	Biblioteca Attilio Mori dell'Istituto geografico militare e biblioteca militare del presidio di Firenze - Firenze - FI
<input type="checkbox"/> FI0098	CFICF	Biblioteca nazionale centrale - Firenze - FI - [consistenza] 2(1994)-14(2006);20(2012)-22(2014)- lac. 1994-1998;2001-2002;2004;2006
<input type="checkbox"/> FI0227	SBTGE	Biblioteca di scienze - Geomineralogia - Università degli studi di Firenze - Firenze - FI - [consistenza] 3(1995)-18(2010);20(2012)- lac. 1997,1998,2002,2007,2008,2010;2012,2013,2014,2015,2016
MI1174	USMK4	Biblioteca del Dipartimento di scienze della terra Ardito Desio. Sezione di geologia e paleontologia dell'Università degli studi di Milano - Milano - MI - [consistenza] 2001-2007;2009-2020- lac
NA0500	NAP49	Biblioteca della Soprintendenza Pompei - Pompei - NA - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
<input type="checkbox"/> PD0251	PUV45	Biblioteca centrale di Agripolis Pietro Arduino. Università degli studi di Padova - Legnaro - PD
<input type="checkbox"/> PD0263	PUV02	Biblioteca centrale di ingegneria. Università degli studi di Padova - Padova - PD - [consistenza] 6(1998)- Lac 2002; 2006
<input type="checkbox"/> PD0405	PUV41	Biblioteca di geoscienze. Università degli studi di Padova - Padova - PD - [consistenza] 5(1997)-27(2019); lac.vol.5 n.4(1997); vol.10 n.3,4(2002), vol.14 n.2(2006), vol.15 n.1,2(2007), vol.16 n.2,3(2008)

<input type="checkbox"/>	PR0172	PARSR	Servizio biblioteca di scienze della terra dell'Università degli studi di Parma - Parma - PR - [consistenza] 2007- (lacunoso 2007-2008)
	PU0157	URBAS	Biblioteca dell'area scientifica dell'Università degli studi di Urbino - Urbino - PU - [consistenza] 13(2005)-14(2006);19(2011)-
	PV0369	PAVU6	Biblioteca della Scienza e della Tecnica - Pavia - PV - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	PZ0133	BASPZ	Biblioteca nazionale di Potenza - Potenza - PZ - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM0211	RML14	Biblioteca Marco Besso - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM0238	IEISG	Biblioteca della Società Geografica Italiana - Roma - RM - [consistenza] 3(1995)-
	RM0254	RML51	BIBLIOTECA E CENTRO DI DOCUMENTAZIONE SUL PAESAGGIO UMBERTO ZANOTTI BIANCO DI ITALIA NOSTRA - Roma - RM
<input type="checkbox"/>	RM0267	BVECR	Biblioteca nazionale centrale - Roma - RM - [consistenza] 1(1993)-
<input type="checkbox"/>	RM0280	RML01	Biblioteca universitaria Alessandrina - Roma - RM - [consistenza] 24(2016)-
<input type="checkbox"/>	RM0418	RML10	Biblioteca dell'Accademia nazionale dei Lincei e Corsiniana - Roma - RM - [consistenza] 3(1995)-28(2020)- ; lac.: 1995; 1997; 2006-2010; 2012-2015; - [note] Posseduto il suppl. al n. 4/2010.
<input type="checkbox"/>	RM0426	GEADT	Biblioteca dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA - Roma - RM - [consistenza] 1993-2006; 2008-2020; LAC. 2005;2006;2008;2013;
<input type="checkbox"/>	RM0573	EVEBC	Biblioteca Centrale 'G. Marconi' del CNR - Roma - RM - [consistenza] 3(1995)- Lac. 1995;1997-1998;2000;2002;2004;2007-2008
<input type="checkbox"/>	RM0959	RMSST	Biblioteca del Dipartimento di scienze della terra dell'Università degli studi di Roma La Sapienza - Roma - RM - [consistenza] 13(2005)-14(2006);17(2009)-28(2020)- lac.
	RM1147	RMRSA	Biblioteca di archeologia e storia dell'arte della Sovraintendenza ai beni culturali del Comune di Roma - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM1250	RMSAU	Biblioteca di ingegneria civile, edile e ambientale dell'Università degli studi di Roma La Sapienza - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM1570	RMRFC	Biblioteca dell'Istituto d'Istruzione Superiore Federico Caffè - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM1620	RMSCM	Biblioteche del Dipartimento di ingegneria chimica materiali ambiente dell'Università degli studi di Roma La Sapienza - Roma - RM
	RM1880	RMRCG	Biblioteca del Consiglio Nazionale dei Geologi - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	RM1914	RMRFG	Biblioteca della Cartiera latina "Fabrizio Giucca" - Roma - RM - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	SA0111	NAPCS	Biblioteca comunale - Sarno - SA
	TE0051	ABRTE	Biblioteca del Centro di documentazione del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga - CeDAP - Montorio al Vomano - TE - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	TO0660	UTOB9	Biblioteca R. Malaroda del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino - Torino - TO - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	TV0114	VIACT	Biblioteca comunale - Treviso - TV - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	UD0402	FVG29	Biblioteca del Museo friulano di storia naturale - Udine - UD - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>

<input type="checkbox"/>	VE0049	VEABM	Biblioteca nazionale Marciana - Venezia - VE - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	VE0173	VEABS	Biblioteca di Area Scientifica dell'Università Ca' Foscari Venezia - Venezia - VE - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
<input type="checkbox"/>	VI0154	VIALV	Biblioteca internazionale La Vigna - Vicenza - VI - - <i>il documento potrebbe non essere disponibile</i>
	VR0072	VIAAA	Biblioteca dell'Accademia di agricoltura scienze e lettere di Verona - Verona - VR - [consistenza] 1 (2018; supplemento); 1 (2019)-

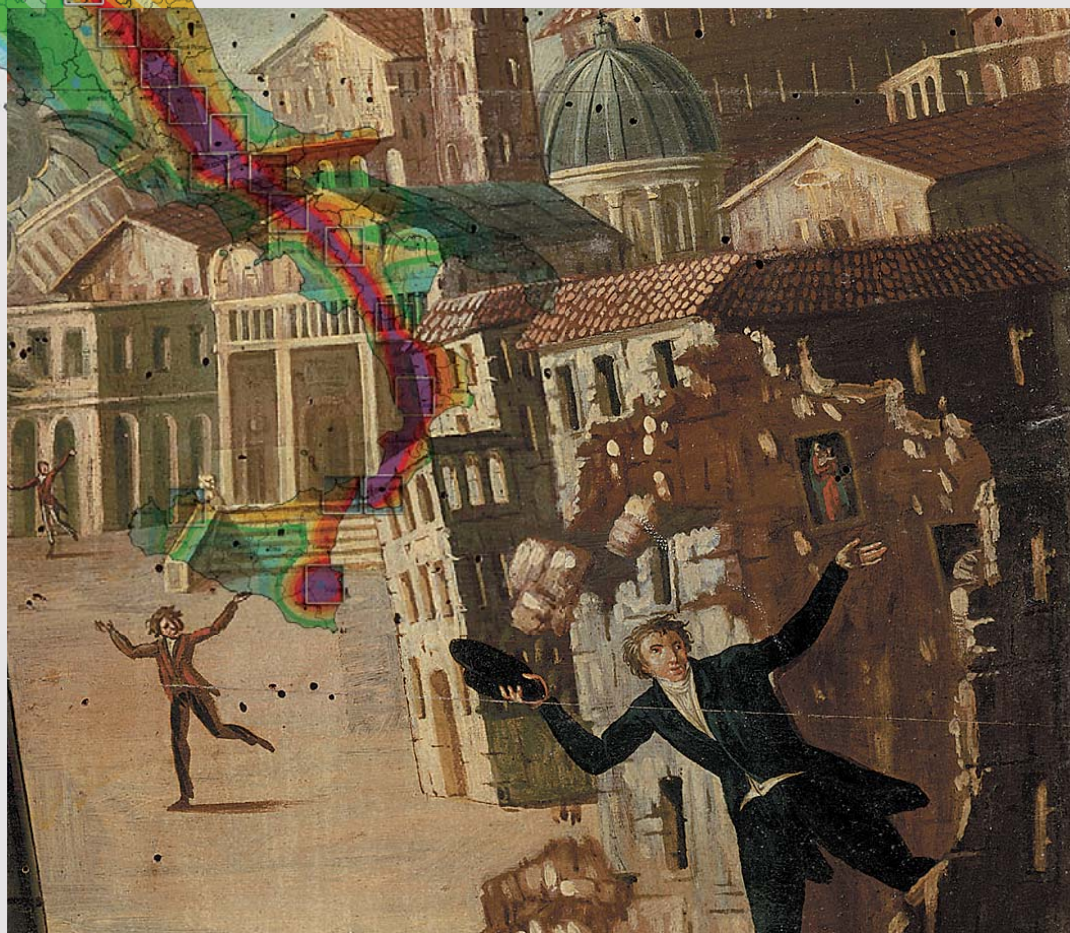
# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 1/2018  
ISSN 1591-5352

## Rischio sismico in Italia: analisi e prospettive per una prevenzione efficace in un Paese fragile



Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma



A cura di  
Antonello Fiore e Vincent Ottaviani

## Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE  
**Antonello Fiore**

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE  
Danilo Belli, Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio  
(*Segretario*), Daria Duranti (*Vicepresidente*),  
Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento,  
Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti  
(*Presidente onorario*), Gioacchino Lena  
(*Vicepresidente*), Luciano Masciocco, Michele  
Orifici, Vincent Ottaviani (*Tesoriere*), Angelo Sanzò,  
Livia Soliani

**Geologia dell'Ambiente**  
Periodico trimestrale della SIGEA

Supplemento al n. 1/2018  
Anno XXVI - gennaio-marzo 2018

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352  
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229  
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE  
**Giuseppe Gisotti**

COMITATO SCIENTIFICO  
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Giovanni Bruno,  
Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado,  
Gioacchino Lena, Giacomo Prosser,  
Giuseppe Spilotro

COMITATO DI REDAZIONE  
Fatima Alagna, Federico Boccalaro,  
Giorgio Cardinali, Francesco Cancellieri,  
Valeria De Gennaro, Fabio Garbin,  
Gioacchino Lena, Maurizio Scardella

REDAZIONE  
SIGEA: tel. 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
[info@sigeaweb.it](mailto:info@sigeaweb.it)

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI  
I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione,  
dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con  
i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti  
ad un giudizio di uno o più Referees

UFFICIO GRAFICO  
**Pino Zarbo** (Fralerighe Book Farm)  
[www.fralerighe.it](http://www.fralerighe.it)

STAMPA  
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

Stampato con il contributo di Fralerighe Book Farm  
e ABEO srl Siracusa

Questo numero è stato redatto sulla base delle  
informazioni disponibili al 15 giugno 2018

La quota di iscrizione alla SIGEA per il 2018  
è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista  
"Geologia dell'Ambiente". Per ulteriori informazioni  
consulta il sito web all'indirizzo [www.sigeaweb.it](http://www.sigeaweb.it)

# Sommario

Premessa CLAUDIO CAMPOBASSO	5
Presentazione ANTONELLO FIORE E VINCENT OTTAVIANI	6
<b>1. TERREMOTI E SOCIETÀ</b>	
I disastri sismici in Italia: una riflessione sulle risposte sociali e culturali nel lungo periodo EMANUELA GUIDOBONI	11
La "prevenzione del giorno dopo" e quella per il nuovo secolo ROBERTO DE MARCO	19
La prevedibilità dei disastri sismici fra sismologia e storia GIANLUCA VALENSISE	24
Moderni sistemi per la prevenzione sismica ALESSANDRO MARTELLI	31
Vulnerabilità sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana GIOVANNI CANGI	40
La gestione emergenziale dei fenomeni sismoindotti: i casi dei terremoti avvenuti in Abruzzo (2009), in Emilia-Romagna (2012) e nel Centro Italia (2016-2017) PAOLO MARSAN, ANGELO CORAZZA	45
Quando la scienza incontra il diritto: le responsabilità legate alla gestione del rischio tsunami CECILIA VALBONESI	58
Il ruolo delle assicurazioni nella prevenzione dei rischi: il caso dei terremoti DONATELLA PORRINI	64

**In copertina:** Carta della pericolosità sismica dell'Italia (Fonte: INGV) e *ex-voto* relativo al terremoto di Foligno del 13 gennaio 1832, conservato nel santuario di Santa Maria delle Grazie, a Cesena. (da E-Guidoboni e J. P. Poirier, *Quand la terre tramblait*, Paris, 2004).



Strumenti didattici per l'analisi dei fenomeni sismici FRANCESCA CIFELLI	69
Il terremoto nella mente DONATELLA GALLIANO, LUIGI RANZATO	75
Come i media raccontano un'emergenza LUCA CALZOLARI	80
<b>2. IL RUOLO DELLE ISTITUZIONI</b>	
Il monitoraggio sismico del territorio Italiano GAETANO DE LUCA, NICOLA VENISTI	85
Il Centro Allerta Tsunami (CAT) dell'Ingv ALESSANDRO AMATO E IL TEAM DEL CAT	91
Pericolosità sismica, normativa e classificazione sismica in Italia CARLO MELETTI, MASSIMILIANO STUCCHI, GIAN MICHELE CALVI	98
Evoluzione delle normative sismiche in Italia dal punto di vista geologico MAURIZIO LANZINI	107
La Microzonazione Sismica: prospettive e applicazioni nella pianificazione e progettazione SERGIO CASTENETTO, GIUSEPPE NASO	113
Le attività del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA) a seguito della sequenza sismica del 2016-2017 in Italia Centrale GRUPPO DI LAVORO SGI SU EMERGENZA TERREMOTO	117
<b>3. LA RICERCA SUI TERREMOTI IN ITALIA: METODI E PROSPETTIVE</b>	
I caratteri della sismotettonica in Italia: osservazioni e modelli PAOLA VANNOLI, PIERFRANCESCO BURRATO	139
La sismicità del Veneto tra eventi storici e recenti JACOPO BOAGA	148
Il rischio sismico in Toscana e la microzonazione sismica MASSIMO BAGLIONE	154
La prevenzione del rischio sismico nella pianificazione urbanistica: la carta di pericolosità sismica della regione Lazio EUGENIO DI LORETO	160

Pericolosità sismica e memoria storica dei terremoti in Puglia VINCENZO DEL GAUDIO	167
Storia sismica della Basilicata con particolare riguardo ai secoli XIX e XX FABRIZIO TERENCE GIZZI, MARIA ROSARIA POTENZA	174
La sequenza sismica del Sannio-Matese 2013-2014: un esempio di intrusione attiva in Appennino meridionale FRANCESCA DI LUCCIO, GIOVANNI CHIODINI, STEFANO CALIRO, CARLO CARDELLINI, VINCENZO CONVERTITO, NICOLA ALESSANDRO PINO, CRISTIANO TOLOMEI, GUIDO VENTURA	185
<b>4. TERREMOTI E MAREMOTI IN ITALIA: CASI DI STUDIO</b>	
Evidenze geologiche ed archeologiche di terremoti storici in Trentino-Alto Adige ALFIO VIGANÒ, STEFANO DI STEFANO, ANDREA FRANCESCHINI, CLAUDIO CARRARO, CATRIN MARZOLI, LORENZO CADROBBI	195
Il terremoto del 28 dicembre 1908: 110 anni di analisi sismologiche NICOLA ALESSANDRO PINO, VINCENZO CONVERTITO	204
Sismicità della Calabria Centro-Meridionale: dalla storia alle osservazioni strumentali e di campagna ANNA GERVAZI, VINCENZO TRIPODI, MARIO LA ROCCA, FRANCESCO MUTO, IGNAZIO GUERRA	209
Evidenze geomorfologiche di tsunami in Italia Meridionale GIOVANNI SCARDINO, PAOLA FAGO, ARCANGELO PISCITELLI, MAURILIO MILELLA, PAOLO SANSÒ, GIUSEPPE MASTRONUZZI	217
Mitigazione del rischio sismico e vulcanico nell'area Napoletana: un piano operativo per la messa in sicurezza di Ischia GIUSEPPE DE NATALE, STEFANO PETRAZZUOLI, CLAUDIA TROISE, RENATO SOMMA	224
I terremoti di Amatrice, Visso e Norcia del 2016-2017 nel contesto sismotettonico dell'Italia Centrale: stato delle conoscenze e problemi aperti ALESSANDRO AMATO, MASSIMILIANO BARCHI, LAURO CHIARALUCE	230

Effetti geomorfologici e variazioni idrogeologiche indotti dai terremoti: esempi nell'area epicentrale della sequenza sismica 2016-2017 del centro Italia DOMENICO ARINGOLI, MARGHERITA BUFALINI, PIERO FARABOLLINI, MARCO GIACOPETTI, MARCO MATERAZZI, GILBERTO PAMBIANCHI, GIANNI SCALELLA	239
La rete accelerometrica urbana nel centro storico della città di Catania (OSU-CT) DOMENICO PATANÈ, GRUPPO DI LAVORO OSU-CT	249
<b>5. DALLA GESTIONE DELLE EMERGENZE ALLA RICOSTRUZIONE</b>	
Earth Observation Systems: dall'emergenza alla proposta di un progetto integrato per la gestione del territorio ELENA CANDIGLIOTA, FRANCESCO IMMORDINO	261
Il ruolo del Volontariato di protezione civile per una attività di prevenzione efficace MASSIMO LA PIETRA	272
I terremoti dell'estate-autunno 2016 in Italia centrale: nuove prospettive per la valutazione della pericolosità sismica EMANUELE TONDI, TIZIANO VOLATILI, PIETRO PAOLO PIERANTONI	276
Emergenza e ricostruzione ALFIERO MORETTI	283
Dal danneggiamento delle chiese di Amatrice spunti per prevenzione, conservazione e sicurezza del patrimonio storico-architettonico CONCETTA TRIPEPI, ELENA CANDIGLIOTA, GIACOMO BUFFARINI, GIOVANNI CARELLI, LAURA DONATI, FERNANDO SAITTA	288
La ricostruzione dei beni culturali danneggiati dal sisma: il miglioramento ANTONIO BORRI	301
Venzone: utopia o futuro? Una metodologia per la salvaguardia del nostro patrimonio FRANCESCA SARTOGO	308
Rischio liquefazione: studi e iniziative per la ricostruzione e la pianificazione urbanistica post sisma Emilia 2012 LUCA MARTELLI	318
La gestione dei rifiuti da disastro FRANCESCA LUCIGNANO, ROBERTO PIZZI	326

# Il Centro Allerta Tsunami (CAT) dell'INGV

## The Italian Tsunami Alert Center at Ingv

ALESSANDRO AMATO E IL TEAM DEL CAT<sup>1</sup>  
E-mail: alessandro.amato@ingv.it

Parole chiave (*key words*): Tsunami (*Tsunami*), maremoto, sorveglianza (*surveillance*), allerta (*alert*), IOC-NEAMTWS (IOC-NEAMTWS), rischio (*risk*)

### INTRODUZIONE

Il Bacino del Mediterraneo ha una ricca storia di terremoti ed eruzioni vulcaniche, che si può ritenere nota a tutti: non credo ci sia qualcuno in Italia, in Grecia o in Turchia che non sia consapevole della elevata sismicità della regione dove vive. Lo stesso discorso vale probabilmente per le eruzioni vulcaniche. Chi in Italia non ha sentito parlare dell'eruzione di Pompei del 79 d.C., o di quelle che avvengono frequentemente a Stromboli o all'Etna? Il discorso è ben diverso invece per gli tsunami<sup>1</sup> (detti anche maremoti). Si può ipotizzare che la maggior parte degli italiani non conosca i precedenti storici in Italia e negli altri Paesi del Mediterraneo e per questo motivo non consideri il fenomeno come un rischio concreto. Probabilmente, ciò è dovuto soprattutto al fatto che gli tsunami si verificano meno frequentemente dei terremoti. In Italia l'ultimo grande maremoto, con danni considerevoli e molte vittime, risale a oltre un secolo fa, in seguito al terremoto di Messina e Reggio Calabria del 1908. Quando non c'è la memoria diretta, è molto difficile tramandare la consapevolezza di un rischio. In casi come quello del 1908, poi, l'evento terremoto tende per la sua tragicità a oscurare l'evento tsunami.

Tuttavia, basta guardare una carta che riporta il catalogo dei maremoti del Mediterraneo per capire come la sensazione di basso rischio sia fallace. Si notano infatti decine di tsunami che sono avvenuti in molte zone del Mare Nostrum, da Gibilterra al Medio Oriente (Fig. 1, Maramai *et al.*, 2014). I terremoti costituiscono la principale causa di tsunami, sia a livello globale che nel Mediterraneo, con una percentuale intorno all'80% del totale dei maremoti. Meno frequenti quelli indotti da frane ed eruzioni vulcaniche, eccezionali quelli da impatto di meteoriti. In particolare, sono i grandi terremoti di subduzione quelli che hanno il maggiore potenziale tsunamigenico. Basti pensare ai due mega-terremoti

dell'Indonesia del 2004 e del Giappone del 2011, entrambi di magnitudo pari o superiore a 9, che hanno generato degli tsunami di decine di metri di altezza devastando le coste prossime all'epicentro del terremoto e propagandosi anche attraverso l'oceano Indiano e il Pacifico. A parte questi casi eclatanti, in cui sono stati stimati degli spostamenti del fondale oceanico fino a decine di metri, più spesso avvengono degli tsunami meno devastanti ma comunque dannosi.

Nel Mediterraneo, le zone di subduzione dell'arco ellenico, di Cipro e probabilmente anche quella dello Ionio sono tra le aree a maggiore potenziale tsunamigenico; esistono poi altre aree sismiche marine o costiere che sono state in passato sede di terremoti tsunamigenici, come le coste nordafricane, il già citato Stretto di Messina, il basso Adriatico, il Mar Ligure (Fig. 1). Se è vero che la frequenza di questi eventi è minore di quella dei terremoti, bisogna considerare che il loro impatto può essere devastante. È perciò molto importante mettere in atto tutte le possibili azioni per mitigare il rischio.

Nella mappa in Fig. 1 è possibile individuare le sorgenti documentate degli tsunami

1 Il CAT-Team comprende (in ordine alfabetico): F. Bernardi, B. Brizuela, A. Cerase, L. Graziani, S. Lorito, F. M. Mele, A. Michellini, P. Perfetti, A. Piatanesi, S. Pintore, F. Romano, J. Selva, S. Stramondo, R. Tonini, C. Valbonesi, M. Volpe

nel Mediterraneo (Maramai *et al.*, 2014). Oltre ai terremoti italiani, principalmente quelli intorno a Sicilia e Calabria e qualche evento documentato nel Mar Ligure e in Adriatico, la maggior parte si concentra nel Mediterraneo orientale, a partire dalle isole ioniche, lungo l'arco ellenico, fino a Cipro e lungo le coste di Turchia, Siria, Libano, Israele, Egitto a est. Un'altra area sorgente di possibili terremoti tsunamigenici è quella delle coste nordafricane (Fig. 1), dove nel 2003 un terremoto di magnitudo 6.9 generò uno tsunami di modeste proporzioni che provocò numerosi danni alle isole Baleari. Storicamente, tsunami ben più grandi e devastanti si sono generati a Creta, come quello molto noto del 365 d.C. I tempi di propagazione delle onde di tsunami dalle isole dell'arco ellenico alle coste di Puglia, Calabria e Sicilia orientale sono compresi tra circa 30 e 60 minuti. Questi eventi storici dimostrano che molti tsunami possono essere generati a una certa distanza dalla costa italiana, lasciando perciò il tempo per la diffusione di un'allerta sulle coste italiane, a patto di avere un sistema di calcolo dei parametri dei terremoti sufficientemente rapido e affidabile.

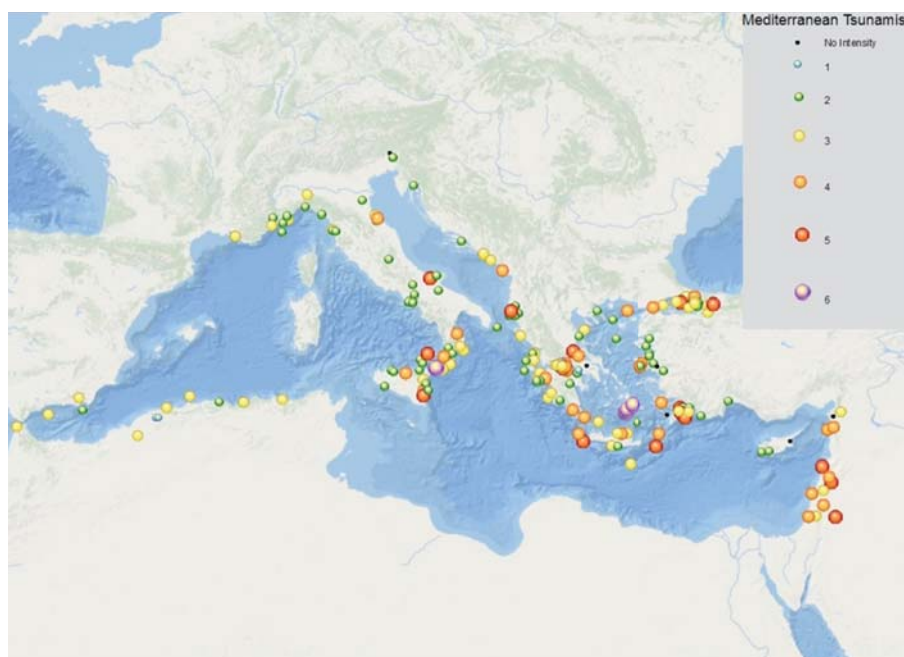


Figura 1 – Localizzazione delle sorgenti conosciute di tsunami nel Mediterraneo dall'anno 1630 A.C. al 2004 D.C. I simboli sono proporzionali all'Intensità (da Maramai *et al.*, 2014; cortesia degli Autori).

<sup>1</sup> Tsunami è un termine di origine giapponese che significa letteralmente "onda di porto" e che è ormai entrato nell'uso comune anche in Italia.

## IL CENTRO ALLERTA TSUNAMI ITALIANO

Il Centro Allerta Tsunami dell'INGV (CAT-INGV) è nato con lo scopo di contribuire alla mitigazione del rischio dovuto agli tsunami indotti da terremoti sulle coste italiane e del Mediterraneo. Gli tsunami di origine sismica, oltre a essere i più frequenti, sono quelli che possono essere individuati più rapidamente. Le onde sismiche, infatti, viaggiano nella crosta con una velocità molto più alta di quella delle onde di tsunami. Disponendo di reti sismiche efficaci e collegate in tempo reale, si può quindi realizzare un sistema di "Early Warning" (o Allertamento Rapido), in grado cioè di inviare un segnale di allerta prima dell'arrivo delle onde di maremoto, almeno da una certa distanza in poi rispetto alla sorgente.

Il CAT-INGV ha due compiti principali. Il primo è quello di fornire l'allerta alle autorità competenti in caso di terremoti potenzialmente tsunamigenici nel Mediterraneo, attuando i criteri definiti dal Dipartimento della Protezione Civile a questo scopo. Il secondo consiste nel realizzare gli studi necessari alla definizione della pericolosità probabilistica da tsunami per le coste italiane, a partire da quelli di origine sismica (Seismic Probabilistic Tsunami Hazard Analysis, SPTHA). In questo contributo viene descritto il primo aspetto, mentre la realizzazione degli studi di pericolosità alla scala del Mediterraneo è oggetto di ricerche descritte in vari articoli recenti (Lorito *et al.*, 2015; Grezio *et al.*, 2017; Selva *et al.*, 2017a; Selva *et al.*, 2017b). Il progetto TSUMAPS-NEAM, finanziato dalla Commissione Europea e conclusosi alla fine del 2017, ha fornito la prima mappa di pericolosità per la regione del Mediterraneo e dell'Atlantico nordorientale (Basili *et al.*, 2017).

### IL SISTEMA DI ALLERTA TSUNAMI: CONTESTO INTERNAZIONALE E NAZIONALE

Nel mondo, il primo sistema di allerta rapida per gli tsunami venne realizzato nell'Oceano Pacifico nel 1948, dopo che, il 1° aprile 1946, un terremoto di magnitudo 8.6 nella zona delle Isole Aleutine aveva generato un enorme maremoto. Quest'ultimo aveva provocato danni e vittime non solo in prossimità della zona sorgente, con la distruzione di enormi fari posti lungo le coste, ma anche a migliaia di chilometri di distanza. La maggior parte delle vittime furono registrate infatti alle isole Hawaii, molto distanti dall'epicentro: 158 persone morirono per una serie di onde alte fino a 17 metri che raggiunsero le isole più di 4 ore dopo il terremoto. Nessun sistema di allerta esisteva in quel momento nel Pacifico. Qualcosa di simile è accaduto sfortunatamente anche dopo il grande terremoto in Indonesia nel 2004, di magnitudo 9.1. In questo caso le onde di tsunami viaggiarono

per tutto l'Oceano Indiano fino a colpire le coste della Thailandia, dell'India, di Sri Lanka e perfino dell'Africa orientale, provocando migliaia di vittime. Anche in quel caso, l'Oceano Indiano era sprovvisto di qualsiasi sistema di allerta per gli tsunami.

In seguito a questo evento, l'Indonesia si dotò di un sistema di allerta oggi operativo, e altri centri nazionali sono nati nell'Oceano Indiano. Non solo, l'emozione di quella immane tragedia, in cui persero la vita oltre 230000 persone, determinò la nascita di un sistema di difesa dagli tsunami per il Mediterraneo e l'Atlantico nord-orientale, costituito su mandato dell'Intergovernmental Oceanographic Commission dell'UNESCO (IOC-UNESCO): il North-Eastern Atlantic, Mediterranean and connected seas Tsunami Warning System (NEAMTWS).

In questo contesto internazionale, l'Italia ha costruito un po' alla volta le competenze necessarie per realizzare un sistema di difesa delle coste esposte al rischio di tsunami che si potrebbero generare nelle aree sismiche marine e costiere del Mediterraneo (Fig. 1).

Nel mese di novembre del 2013 l'INGV costituì una propria struttura interna – il Centro di Allerta Tsunami (CAT-INGV) – con il compito di realizzare e rendere operativo il servizio di sorveglianza per l'allerta da maremoti e predisporre la mappa di pericolosità da maremoti per le coste italiane.

Nel mese di ottobre del 2014, in stretta collaborazione con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, il CAT-INGV ha iniziato le sue attività di monitoraggio dei forti terremoti del Mediterraneo e di verifica delle eventuali variazioni del livello del mare. Il CAT-INGV, oltre a monitorare i terremoti ed effettuare un'allerta rapida in caso di evento sismico potenzialmente tsunamigenico, analizza i dati del livello del mare per la conferma o la cancellazione dell'allerta stessa. Per l'Italia, questi dati provengono dalla Rete Mareografica Nazionale dell'ISPRA, che copre in maniera omogenea le nostre coste; il CAT analizza inoltre in tempo reale, attraverso accordi internazionali, i dati sismici e mareografici provenienti da numerosi istituti dell'area euro-mediterranea e a livello globale.

A livello internazionale, il CAT-INGV ha assunto dapprima, nel 2014, la funzione di CTSP (Candidate Tsunami Service Provider), nell'ambito delle attività coordinate dall'ICG-NEAMTWS, iniziando così a fornire un servizio di allerta sperimentale a numerosi centri e Paesi dell'area mediterranea. Nel mese di ottobre 2016 il CAT-INGV, a seguito di una procedura di valutazione internazionale delle procedure adottate, è stato accreditato come Tsunami Service Provider (TSP) dall'ICG-NEAMTWS per l'intero Mar Mediterraneo. Allo stesso tempo, anche i centri di Francia, Grecia e Turchia

(CENALT, NOA, KOERI) hanno ricevuto l'accreditamento in ambito NEAMTWS, per settori parziali del Mediterraneo, dell'Atlantico nord-est (Francia) e del Mar Nero (Turchia). Alla fine del 2017 il CAT-INGV forniva il servizio di allerta, oltre che in Italia al DPC e di conseguenza all'intero sistema di Protezione Civile nazionale, ai quattro TSP e CTSP di Grecia, Turchia, Francia e Portogallo; a Libano, Israele, Egitto, Germania; all'IOC dell'UNESCO e alla Commissione Europea (ERCC e JRC).

Nel contesto nazionale, le attività del CAT-INGV si articolano oggi nel contesto del Sistema di Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma (SiAM), costituito dall'INGV, dall'ISPRA e dal Dipartimento nazionale della Protezione Civile (DPC), che ha funzioni di coordinamento e di disseminazione dell'allerta sul territorio. Le attività del SiAM sono disciplinate dalla Direttiva PCM del 17/2/2017 (pubblicata nella G.U. il 5 giugno 2017). Dal 1° gennaio 2017 il CAT-INGV sta svolgendo il servizio di allertamento in modalità operativa, in collegamento con la Sala Situazione Italia del DPC a cui vengono inviati i messaggi di allerta.

### IL SERVIZIO DI MONITORAGGIO E ALLERTA DEL CAT-INGV

Il servizio di sorveglianza del CAT-INGV viene effettuato nella Sala Sismica del Centro Nazionale Terremoti presso la sede di Roma dell'INGV in modalità H24, a opera di personale specializzato, formato opportunamente e coadiuvato da un funzionario esperto reperibile su chiamata.

Il sistema di monitoraggio del CAT-INGV si basa sul calcolo rapido dei parametri dei terremoti del Mediterraneo, in un'area di competenza che si estende per 100 km a ovest di Gibilterra e fino al Mar di Marmara a est. Le localizzazioni ipocentrali e il calcolo della magnitudo vengono effettuate in maniera automatica con il software Early-Est (Lomax and Michelini, 2012) che utilizza un metodo di inversione non lineare per determinare i parametri ipocentrali, calcolando inoltre tre tipi di magnitudo (Mb, Mwp, MwPd), che il CAT utilizza secondo soglie predeterminate. Per gli eventi fino a magnitudo (Mwp) 5.7 viene utilizzata come magnitudo di riferimento la Mb: tra 5.8 e 7.1 si utilizza la Mwp, mentre da 7.2 in su viene adottata la magnitudo MwPd (si veda Bernardi *et al.*, 2015; Lomax e Michelini, 2012 per i dettagli su questi valori).

Al momento, i messaggi vengono inviati in caso di terremoti sopra magnitudo 5.5 ricadenti nell'area di competenza, secondo tre livelli a severità crescente ("Information", "Advisory", "Watch") definiti in base a una "matrice decisionale" approvata in ambito NEAMTWS (Fig. 2), e calcolati rispetto a un insieme di punti detti "forecast points" all'interno dell'area di competenza (Fig. 3).

Depth	M	Epicenter Location	Tsunami Potential	ALERT LEVEL VS DISTANCE		
				$\Delta eq \leq 100$ km	$100 \text{ km} < \Delta eq \leq 400$ km	$\Delta eq > 400$ km
< 100 km	$5.5 \leq M \leq 6.0$	Offshore or Inland $\leq 100$ km	Nil	Information Bulletin		
	$6.0 < M \leq 6.5$	Inland ( $40 \text{ km} < \text{Inland} \leq 100 \text{ km}$ )	Nil	Information Bulletin		
		Offshore or near the coast ( $\text{Inland} \leq 40 \text{ km}$ )	Potential of weak local tsunami $\Delta eq < 100 \text{ km}$	Local Tsunami Advisory	Information Bulletin	
	$6.5 < M \leq 7.0$	Offshore or Inland $\leq 100$ km	Potential of destructive local tsunami $\Delta eq < 100 \text{ km}   400 \text{ km}$	Local Tsunami Watch	Regional Tsunami Advisory	Information Bulletin
	$7.0 < M \leq 7.5$		Potential of destructive regional tsunami $\Delta eq < 400 \text{ km}   \text{basin}$	Regional Tsunami Watch		Basin-wide Tsunami Advisory
$M > 7.5$	Potential of destructive tsunami in the whole basin <b>any <math>\Delta eq</math></b>		Basin-wide Tsunami Watch			
$\geq 100 \text{ km}$	$M \geq 5.5$	Offshore or Inland $\leq 100 \text{ km}$	Nil	Information Bulletin	Information Bulletin	Information Bulletin
				LOCAL	REGIONAL	BASIN-WIDE

Figura 2 – Matrice decisionale in uso al CAT-INGV.

La matrice decisionale definisce i livelli di allerta in base ai parametri ipocentrali e alla magnitudo del terremoto e viene utilizzata, al momento, per la rapidità del suo impiego. È noto tuttavia che le caratteristiche degli tsunami sono fortemente dipendenti anche dalle caratteristiche del terremoto che li genera (in particolare dal meccanismo focale e dalla distribuzione della dislocazione sul piano di faglia) e dalla morfologia del fondale mari-

no, soprattutto quella prossima alla costa. Pertanto, le valutazioni dei livelli di allerta sui vari punti della costa, come stimate dalla suddetta matrice, possono essere molto diverse da quelle reali. Per questo motivo, il CAT ha sviluppato e sta sperimentando un metodo alternativo alla matrice decisionale, il Probabilistic Tsunami Forecast (PTF), che combina informazioni *a priori* sulle caratteristiche sismotettoniche della zona sorgente con i

parametri sismici (ipocentro e magnitudo, meccanismo focale se disponibile) ottenuti in tempo quasi-reale (Selva *et al.*, 2018). Il PTF è una previsione probabilistica della severità dello tsunami di fronte alla costa, basata su tecniche di *ensemble* analoghe a quelle usate per le previsioni meteo. I livelli di allerta corrispondenti alla distribuzione di probabilità per le ampiezze dello tsunami stimata con il PTF possono essere definiti selezionando

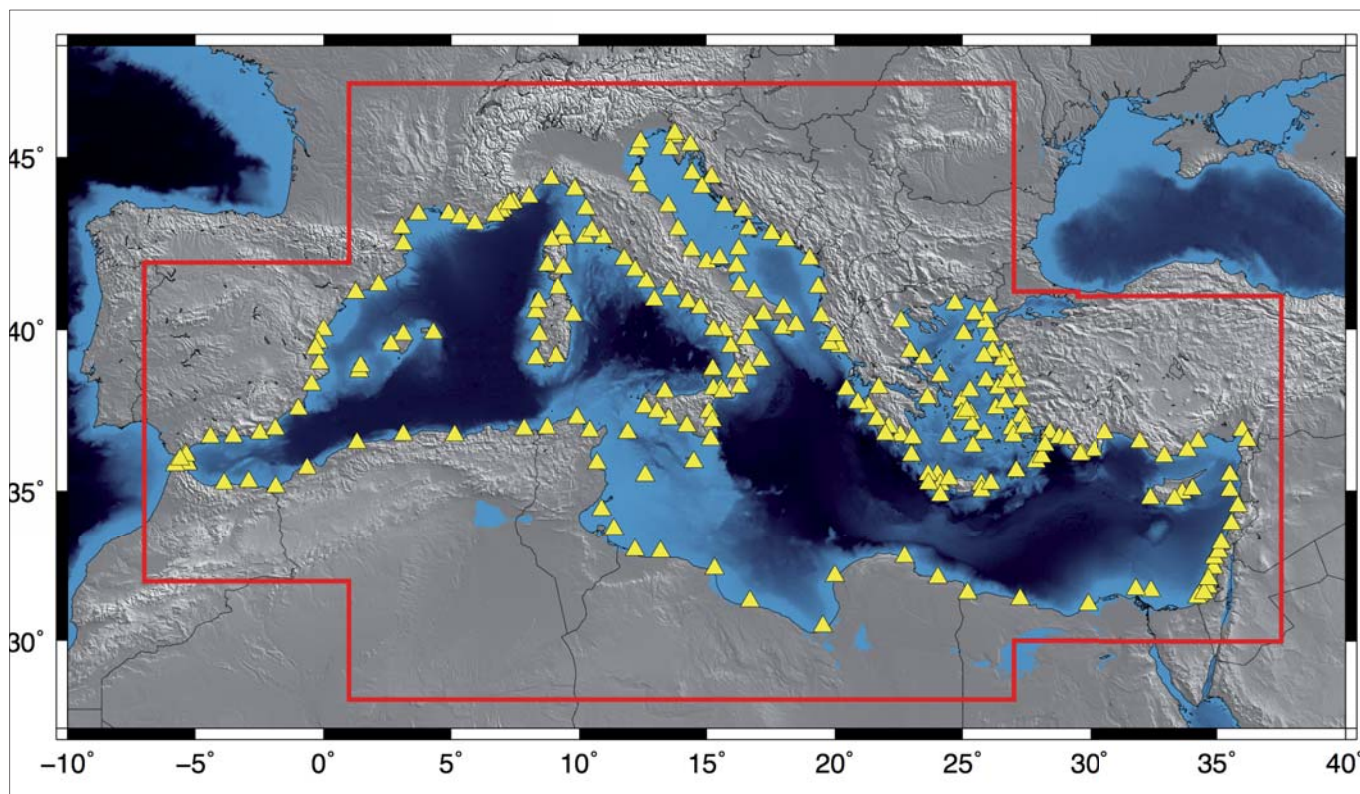


Figura 3 – Zona di competenza del CAT-INGV (poligono rosso) e forecast point (FP), i punti ai quali viene stimato il livello di allerta e il tempo di arrivo della prima onda di tsunami.

dei quantili dalla distribuzione che descrive l'incertezza del PTF. L'incertezza è determinata dall'analisi dell'*ensemble* degli scenari (sorgenti) possibili, ognuno con la propria probabilità, condizionata all'accadimento di un evento localizzato con un dato ipocentro e una data magnitudo.

La verifica delle possibili variazioni del livello marino viene effettuata dal personale in turno tramite un *software* sviluppato appositamente all'INGV (Bono *et al.*, in prep.), utilizzato inoltre per la creazione e la gestione della messaggistica di allerta da inviare al DPC e agli altri Enti nazionali e internaziona-

la sorveglianza, su tutti i terremoti potenzialmente tsunamigenici a livello globale, per i quali viene seguita la procedura standard e inviata la messaggistica del caso a una lista interna per le opportune verifiche. Dall'ottobre 2014 a oggi sono stati trattati oltre 900 eventi (Fig. 4), inclusi alcuni terremoti effettivamente

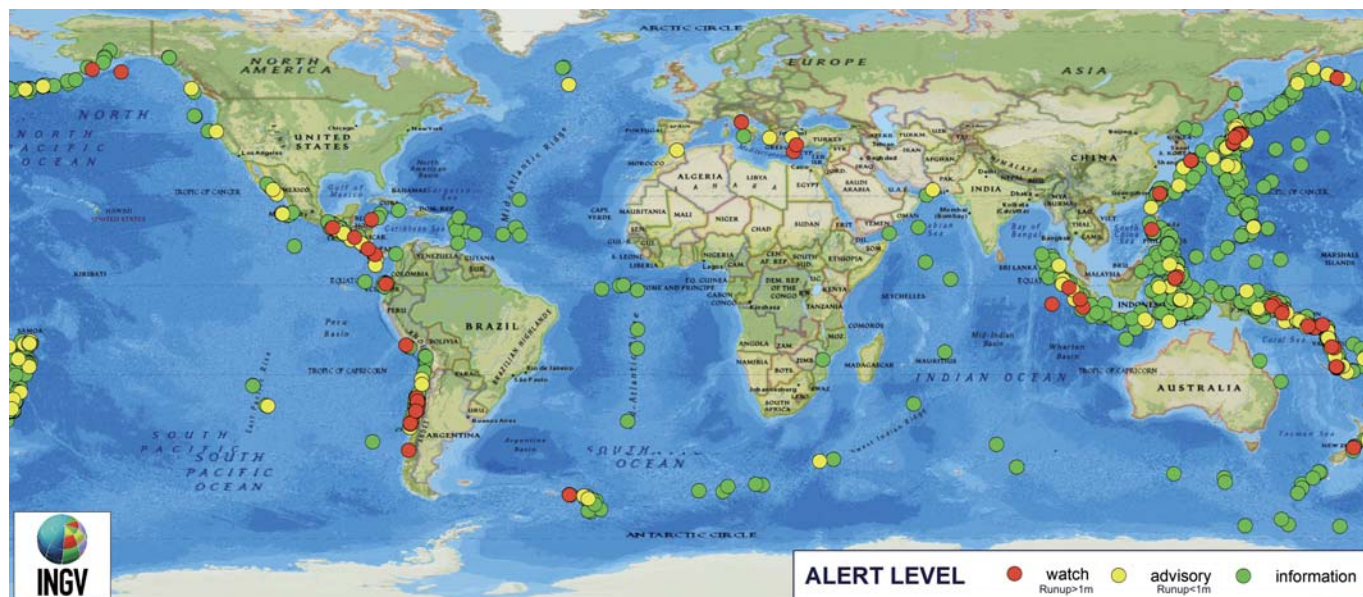


Figura 4. Mappa con gli epicentri degli eventi trattati dal CAT-INGV nel mondo a scopo di training. I colori dei simboli indicano i livelli di allerta determinati in base alla matrice decisionale di figura 2. Per i terremoti al di fuori dell'area di competenza la procedura è identica a quella seguita per gli eventi interni al Mediterraneo ma in questo caso i messaggi di allerta vengono inviati soltanto a una lista interna per verificare la tempestività e le procedure (mappa realizzata da Maurizio Pignone).

Le procedure operative del CAT-INGV prevedono che la prima allerta, basata unicamente sui parametri del terremoto, debba essere inviata al DPC e agli altri destinatari entro al massimo 14 minuti dal tempo origine dell'evento sismico, come stabilito nella Direttiva PCM citata. In seguito, la eventuale conferma, revoca o cancellazione dell'allerta avviene in base all'osservazione del livello del mare ai mareografi delle reti mediterranea-

li. È importante ricordare che uno tsunami è composto da una serie di onde, e che spesso non è la prima quella più alta. Un'allerta può durare quindi molte ore prima di essere considerata chiusa.

#### IL MONITORAGGIO DI TERREMOTI E TSUNAMI A SCALA GLOBALE E ALLERTE INViate NEL MEDITERRANEO

Il CAT-INGV opera, a titolo di esercitazione e di formazione per il personale che effettua

te tsunamigenici avvenuti in Cile, Messico, Giappone, per i quali la risposta del CAT è stata tempestiva, sia in termini di calcolo dei parametri ipocentrali che di invio dell'allerta rapida. In caso di eventi nel Mediterraneo, i messaggi di allerta raggiungono i destinatari elencati sopra tramite diversi canali di comunicazione (email, GTS, fax).

Tra il 2015 e il 2017 il CAT-INGV ha trattato 5 eventi potenzialmente tsunamigenici in



Figura 5 – Mappa con gli epicentri degli eventi trattati dal CAT-INGV nel Mediterraneo. Per i simboli si veda la figura precedente, per i dettagli si veda nel testo (mappa realizzata da Maurizio Pignone).

ambito mediterraneo, tutti di magnitudo tra 6 e 7 (Tab. 1). Alcuni di questi terremoti hanno generato degli tsunami, sia pure di modesta entità, che sono stati osservati dalle reti di monitoraggio del livello marino e in qualche caso hanno causato lievi danni in alcune aree prossime all'epicentro. Nello stesso periodo, a questi eventi vanno aggiunti, a livello informativo, un terremoto profondo nel Mar Tirreno (28/10/2016, magnitudo 5.8, profondità 481 km) per il quale è stato emesso un messaggio di *Information*, e i due eventi più forti della sequenza sismica del 2016 in Italia centrale. Per questi due ultimi terremoti la matrice decisionale di Fig. 2 prevedeva un messaggio di allerta, in quanto si trattava di eventi di magnitudo superiore/uguale a 6 e ubicati a meno di 100 km dalla costa. Naturalmente in entrambi i casi non era possibile la generazione di uno tsunami, considerata la posizione e l'estensione limitata delle due faglie appenniniche, ma questa conoscenza non è sempre disponibile immediatamente dopo un terremoto. Questi due casi dimostrano come sia sempre necessaria la valutazione di un esperto: le soglie indicate nella matrice decisionale sono conservative, per vari motivi (per l'incertezza insita nelle stime rapide, come ad esempio la possibile sottostima delle prime valutazioni di magnitudo, la possibilità che il terremoto generi delle frane sottomarine, un errore di localizzazione, ecc.). Nel caso del terremoto del 24 agosto 2016 (M6.0) fu deciso di non diramare alcuna allerta tsunami, mentre per quello del 30 ottobre (M6.5) fu seguito il protocollo che prevedeva un'allerta per un terremoto di quella magnitudo (la stima iniziale del CAT-INGV era di Mwp 6.7). L'allerta fu poi cancellata pochi minuti dopo l'evento.

mo messaggio di allerta è stato di 10 minuti. Si tratta di un ottimo risultato se si considera il limite dei 14 minuti come tempo massimo di rilascio della prima allerta (stabilito dalla "Standard Operational Procedure" con cui il CAT-INGV è stato accreditato nell'ambito del sistema NEAMTWS e dalla Direttiva PCM "SiAM"). Si consideri per esempio che, per l'evento di Kos-Bodrum del 20 luglio 2017 (Tab. 1) gli altri due TSP (Tsunami Service Provider) operativi per quest'area (greci e turchi) hanno rilasciato la prima allerta dopo 18 e 19 minuti, rispettivamente.

#### IL TERREMOTO E LO TSUNAMI DI KOS-BODRUM DEL 20 LUGLIO 2017

La notte del 20 luglio 2017 un terremoto di magnitudo 6.6 ha colpito la zona del Dodecaneso, in un tratto di mare costellato di isole e promontori tra Grecia e Turchia (Heidarzadeh *et al.*, 2017).

Nell'isola di Kos si registrarono i danni maggiori: ci furono diversi crolli, uno dei quali provocò la morte di due persone che erano in strada e furono travolte dalla caduta della facciata di un edificio fatiscente. L'isola in quel periodo dell'anno ospita decine di migliaia di turisti, che si sono rivelate completamente impreparate a un evento di quel genere. Sembra che anche i residenti non fossero consapevoli del rischio, in particolar modo di quello legato a un eventuale maremoto. È noto infatti che una delle prime buone pratiche da applicare, in caso si avverta un terremoto in una zona costiera, sia quella di allontanarsi dal mare e portarsi in una zona rilevata. Al contrario, dopo l'evento sismico si sono visti numerosi filmati e fotografie realizzati da persone che si attardavano sulle spiagge e nei porti, chi per osservare lo "strano

stato fortunatamente modesta, e nessuno ne è stato travolto, ma sarebbe bastato poco di più per provocare danni seri, feriti e vittime. In effetti, sebbene le massime inondazioni rilevate non abbiano superato i due metri (Heidarzadeh *et al.*, 2017), e nel porticciolo di Kos si sia appena superato il mezzo metro di altezza dell'acqua, si sono viste delle automobili parcheggiate venire spostate dall'acqua, a testimonianza della grande forza delle correnti in un'inondazione di questo tipo. Sembra che a Bodrum, in Turchia, anch'essa prossima all'epicentro del terremoto, siano successi fatti analoghi.

Subito dopo il terremoto, il CAT-INGV ha determinato i parametri dell'evento e calcolato la magnitudo preliminare dopo meno di due minuti dal tempo origine.

Il sistema utilizzato dal CAT per il calcolo si basa sulla tecnica di inversione non lineare contenuta nel programma Early-Est (Lomax and Michelini, 2012), che determina le coordinate ipocentrali e la magnitudo producendo a ogni minuto successivo una nuova localizzazione, determinata con più dati e quindi più affidabile.

Per ottenere i dati da comunicare all'esterno nel minor tempo possibile, evitando però sottostime o falsi allarmi, si deve trovare il miglior compromesso tra rapidità e stabilità della soluzione. Al momento, dopo un'analisi statistica di centinaia di eventi a scala globale, si è stabilito che la migliore soluzione da adottare è quella che viene determinata da Early-Est cinque minuti dopo la prima soluzione (denominata EE05), ottenuta circa 7-8 minuti dopo il terremoto.

La notte tra il 20 e il 21 luglio 2017, il turnista CAT presente in sala sismica, dopo

**Tabella 1 – Parametri dei terremoti trattati dal CAT-INGV dal 2015 al 2017 nel bacino del Mediterraneo**

Origin Time UTC	Location	Mag USGS	Mag rapida CAT	Alert Level	Message Time UTC (delay from OT)
16/04/15 18:07	Crete (Greece)	6.4	6.4	Watch	18:16 (9')
17/11/15 07:10	Ionian (Greece)	6.5	6.5	Advisory	07:22 (12')
25/01/16 04:22	Gibraltar	6.5	6.5	Advisory	04:33 (11')
12/06/17 12:28	Greece-Turkey	6.4	6.5	Advisory	12:38 (10')
20/07/17 22:31	Greece-Turkey	6.6	6.8	Watch	22:41 (10')

Per gli altri cinque eventi mediterranei (Fig. 5), uno sulle coste marocchine e gli altri tra Grecia e Turchia, i primi messaggi di allerta sono stati inviati dal CAT entro un tempo compreso tra i 9 e i 12 minuti dal tempo origine del terremoto (Tab. 1).

In particolare, per i due eventi del 2017 (entrambi localizzati nel Mar Egeo, tra la Grecia e la Turchia) il tempo di emissione del pri-

fenomeno" dell'allagamento progressivo, chi per cercare di spostare un'automobile o uno scooter parcheggiato nei pressi della spiaggia<sup>2</sup>. L'ingressione causata dallo tsunami è

<sup>2</sup> Nel caso del terremoto di Lesvos di giugno 2017 ci sono filmati con persone che tentano di spostare barche ormeggiate in balia della corrente.

aver verificato la bontà della soluzione EE05 e la coerenza del messaggio di allerta prodotto in automatico dal sistema, ha inviato la prima allerta. Nel caso del terremoto di Kos-Bodrum, il primo messaggio di allerta è stato inviato dal CAT-INGV a tutti i destinatari a 10 minuti dal tempo origine dell'evento.

Come si vede nella Fig. 6, un livello di allerta viene assegnato a ciascun "forecast



point” dei Paesi presenti nell’area di competenza in cui opera il CAT. Nel caso specifico dell’evento del 20 luglio di Kos-Bodrum, per l’area in Grecia e Turchia ricadente entro un raggio di 100 km dall’epicentro era stata diramata l’allerta massima (livello “WATCH”, o rosso), mentre per le aree tra 100 e 400 km di distanza il livello di allerta era “ADVISORY”; “INFORMATION” nelle aree a distanza maggiore. I primi due livelli, WATCH e ADVISORY, indicano la possibilità di un’inondazione con un “run-up” (ossia la quota s.l.m. raggiunta dallo tsunami) rispettivamente maggiore o minore di 1 metro.

Fortunatamente l’altezza massima di inondazione non ha raggiunto valori tali da provocare vittime; tuttavia ci sono stati danni provocati dall’ingressione delle onde di tsunami, soprattutto la seconda, come testimoniato dalle riprese di alcune telecamere (G. Papadopulos, comunicazione personale).

La scelta del CAT-INGV di utilizzare per l’allerta i parametri del terremoto calcolati automaticamente, senza una revisione dei sismogrammi da parte degli operatori, rappresenta un elemento discriminante per diversi motivi. Il primo, già accennato, è quello della rapidità. Il secondo è legato alla responsabilità attribuita all’operatore che effettua la sorveglianza H24.

#### IL RISCHIO TSUNAMI FRA LA PREVEDIBILITÀ DELL’EVENTO E LE RISPOSTE DELLA SCIENZA.

Nei paragrafi precedenti è stata già sottolineata la natura peculiare del rischio gestito dagli operatori del Centro Allerta Tsunami dell’INGV. In particolare, il verificarsi di un terremoto potenzialmente tsunamigenico impone l’osservanza di procedure codificate e concordate nel sistema SiAM, volte ad attivare quegli strumenti di Protezione civile finalizzati alla riduzione o alla neutralizzazione delle possibili conseguenze generate dal maremoto.

Le modalità di gestione del rischio evidenziano come il turnista e il funzionario CAT siano onerati del delicato compito di scegliere e comunicare, nei tempi imposti dalla Direttiva SiAM, un dato scientifico dal quale dipende non solo la prevedibilità di un evento futuro (lo tsunami) ma altresì l’attivazione delle cautele salvifiche (Oki *et al.*, 2012; Nakayachi *et al.* 2014; Cerase, 2016).

La delicatezza di questa sfera di competenza alla quale, come evidente, si correla un potenziale di rischio elevatissimo, espone gli operatori a responsabilità stringenti che possono declinarsi in modo duplice e opposto. Se la scorretta comunicazione di un rischio inesistente o sopravvalutato potrebbe condurre a una imputazione per il reato di procurato

(altrimenti si verserebbe nel più grave ambito del dolo) cui si correla la mancata osservanza delle regole cautelari preposte alla gestione del rischio del verificarsi di uno tsunami, rischio che deve essere prevedibile ed evitabile alla luce della miglior scienza ed esperienza nel momento storico.

La previa definizione delle regole cautelari impeditive dell’evento comporta numerosi vantaggi e qualche critica. Di tali vantaggi è riprova lo statuto della responsabilità penale legata all’attività sanitaria la quale, sin dal 2012, caldeggia un sistema di regole predefinite e disponibili all’operatore ex ante e al giudice ex post (Di Landro, 2013; Iadecola, 2013; Roiati, 2013).

In particolare, la Legge 24 del 2017 (Gelli-Bianco) agli artt. 5 e 6 disegna uno statuto peculiare del rimprovero colposo in base al quale la responsabilità per colpa lieve del sanitario è esclusa ogni qual volta questi abbia osservato in modo pertinente linee guida e protocolli ufficialmente recepiti.

I più avanzati approdi relativi al dibattito sulla responsabilità colposa conducono, dunque, alla codificazione di regole cautelari, linee guida e protocolli, da parte di soggetti istituzionali particolarmente qualificati, l’osservanza delle quali consente, pur in presenza di un evento nefasto per il paziente (morte o

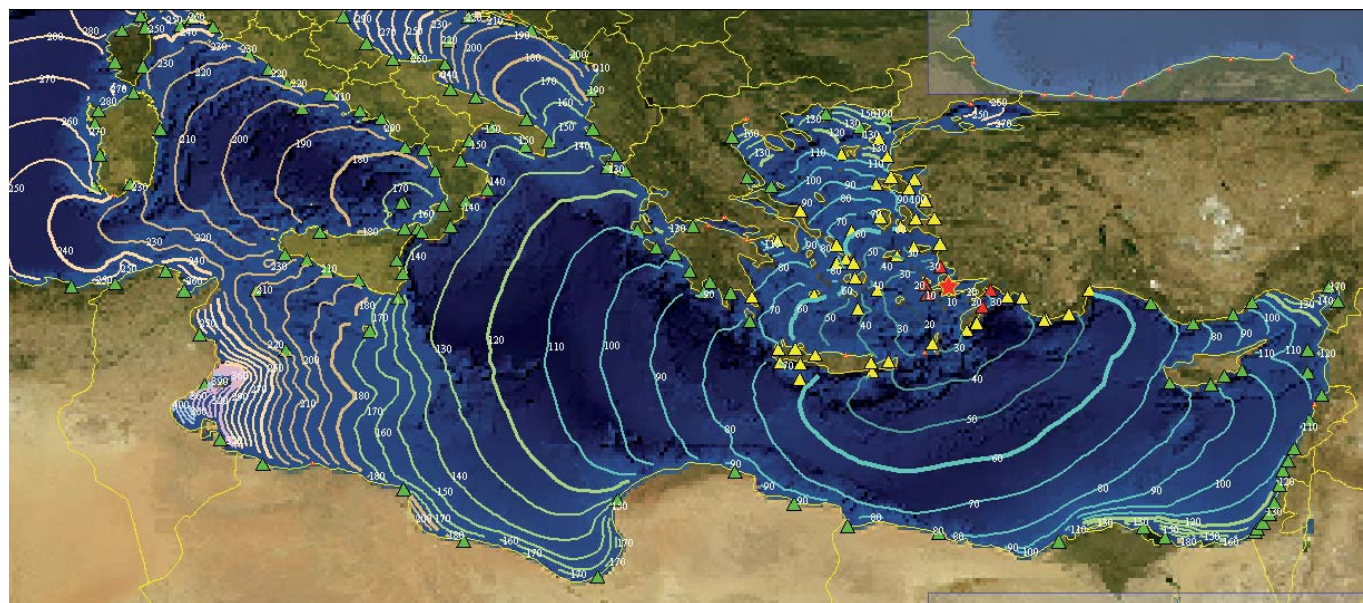


Figura 6 – Epicentro del terremoto di Kos-Bodrum del 20 luglio 2017 (stella rossa). I triangoli indicano i “forecast points” (FP) dove vengono calcolati i tempi di arrivo teorici della prima onda di tsunami e i livelli di allerta. I FP intorno all’epicentro (entro 100 km) sono rossi in quanto il livello di allerta è il massimo (WATCH); i triangoli gialli sono in stato di ADVISORY (entro 400 km), mentre i triangoli verdi sono al livello minimo (INFORMATION). Le isolinee indicano il tempo teorico di propagazione in minuti.

La disposizione consegnata ai turnisti di inviare il messaggio di allerta basato sulla localizzazione automatica “EE05” da un lato garantisce la necessaria rapidità e dall’altro allevia la responsabilità del personale in caso di errori. Per investigare i profili di responsabilità del personale che effettua la sorveglianza è stato effettuato uno studio apposito (Valbonesi, 2018) (*ndr* vedi anche articolo pp. 56-61).

allarme di cui all’art. 658 c.p., l’intempestiva comunicazione di un dato o la sottostima dello stesso, dalla quale derivi la mancata attivazione delle cautele salvifiche per la popolazione e per i beni, conduce all’imputazione dei più gravi delitti di lesioni, omicidio e disastro, sorretti da un coefficiente soggettivo di natura colposa (art. 590; 589 e 449 c.p.).

Il rimprovero colposo sarebbe qui giustificato dalla non volontà dell’evento nefasto

lesioni), di escludere la responsabilità penale del medico che agisce con colpa lieve.

Permane, peraltro, la responsabilità legata alla cattiva scelta della linea guida in relazione al caso concreto, nonché la responsabilità per colpa grave che si verifica quando l’operatore sanitario si discosta in modo molto ampio dalle regole, secondo un giudizio che deve essere condotto anche in relazione alla difficoltà della prestazione e alla prevedibilità

dell'evento nefasto (Valbonesi, 2013; Vallini, 2013).

In ogni caso, l'aver affidato al rispetto delle linee guida e dei protocolli un'area di non punibilità per colpa lieve rappresenta un profilo di grande interesse anche per chi si confronti con il tema delle responsabilità per un rischio avulso dal settore sanitario, come quello legato ai maremoti o ad altre tipologie di rischio geologico.

Su questo profilo pare concorde anche la Suprema Corte la quale, nella sentenza che ha posto fine all'annoso processo alla c.d. Commissione Grandi Rischi, ha valorizzato il ruolo delle regole cautelari di natura protocollare quali elementi costitutivi del rimprovero colposo anche nell'ambito delle scienze naturali<sup>3</sup>.

Ecco che, dunque, la sollecitazione offerta dalla Suprema Corte non può e non deve essere ignorata soprattutto in un ambito di disciplina così delicato come quello relativo al rischio tsunami.

Ivi, la riflessione sulla codificazione di mansionari, linee guida e protocolli deve muovere necessariamente dal ruolo che essi rivestono nella valutazione in ordine alla gestione del rischio. Se la definizione preventiva delle regole sulla base dei dettami della miglior scienza ed esperienza del momento storico, orienta l'operatore verso una più chiara ed efficace procedura, al contempo consente di decidere, sulla base di un insieme di regole predeterminate, se vi sia responsabilità per l'evento e quale grado del rimprovero colposo la condotta esprima (Perini, 2010).

I delicati compiti cui sono chiamati gli operatori del rischio necessitano quindi di un supporto tecnico scientifico dettagliato, uniforme, predeterminato e aggiornato agli sviluppi scientifici (Gargani, 2013; Giunta, 2013).

Questo complesso di regole, se non può mettere a riparo *tout court* il turnista o il funzionario del Centro Allerta Tsunami dalla scure del rimprovero penale e civile, pur tuttavia risulta essenziale nel percorso di creazione di regole condivise e conoscibili tanto dagli scienziati quanto dai giuristi.

Il Centro Allerta Tsunami dell'INGV è ancora agli inizi di un percorso di definizione della pericolosità da maremoto sulle coste italiane e di ottimizzazione delle modalità con cui viene effettuata la sorveglianza e la determinazione dei livelli di allerta.

Un'attenzione particolare è stata rivolta anche alla definizione delle procedure necessarie per ottimizzare la risposta del sistema e minimizzare al tempo stesso l'esposizione

degli operatori incaricati del delicato compito di gestire il rischio durante un'emergenza. Proprio per la natura estremamente peculiare di questo rischio (il grado di "prevedibilità" dell'evento, la rarità del fenomeno, il forte impatto che un evento di maremoto potrebbe avere sulle coste, ecc.), risulta fondamentale che le attività siano sorrette da una base scientifica solida e costantemente aggiornata, come pure da una chiara definizione delle procedure con le azioni di risposta da parte degli operatori.

## BIBLIOGRAFIA

- BASILI R. E TSUMAPS-NEAM TEAM (2017), Probabilistic Tsunami Hazard Assessment (PTHA) and Mapping in the NEAM region: results of the TSUMAPS-NEAM Project, *Convegno Nazionale del GNGTS*, Trieste, novembre 2017.
- BERNARDI F., LOMAX A., MICHELINI A., LAUCIANI V., PIATANESI A., E LORITO S., Appraising the Early-est earthquake monitoring system for tsunami alerting at the Italian Candidate Tsunami Service Provider, In *Nat. Hazards Earth Syst., Sci.*, 15, 2019-2036, doi: 10.5194/nhess-15-2019-2015, 2015.
- CERASE, A., La comunicazione dei rischi in contesti di incertezza interpretativa: prima e dopo il 6 aprile 2009. In *Processo alla scienza (Borsari, R. ed.)*, Padova, p. 105 e ss., 2016.
- DI LANDRO, A., Le novità normative in tema di colpa penale (L. 189/12, c.d. "Balduzzi"). Le indicazioni del diritto comparato. In *Rivista Italiana di Medicina Legale e del Diritto in campo Sanitario*, p. 842 e ss., 2013.
- Direttiva PCM 17 febbraio 2017, pubblicata nella G.U. il 5 giugno 2017.
- GARGANI, A., Omesso impedimento di calamità naturali? La problematica posizione di garanzia posta a carico dei titolari di protezione civile. In *www.lalegislazonepenale.eu*, 2013.
- GEIST, E. L. E LYNETT, P. J., Source processes for the probabilistic assessment of tsunami hazards, *Oceanography*, 27, 86-93, 2014.
- GIUNTA, F., Intervento. In *Protezione civile e responsabilità nella società del rischio*, Pisa., p. 144 e ss., 2013.
- GREZIO, A., BABEYKO, A., BAPTISTA, M. A., BEHRENS, J., COSTA, A., DAVIES, G., GEIST, E. L., GLIMSDAL, S., GONZÁLEZ, F. I., GRIFFIN, J., HARBITZ, C. B., LEVEQUE, R. J., LORITO, S., LØVHOLT, F., OMIRA, R., MUELLER, C., PARIS, R., PARSONS, T., POLET, J., POWER, W., SELVA, J., SØRENSEN, M., THIO, H. K. (2017), Probabilistic Tsunami Hazard Analysis: Multiple sources and global applications. *Reviews of Geophysics*, 55. <https://doi.org/10.1002/2017RG000579>.
- HEIDARZADEH, M., NECMIOGLU, O., ISHIBE, T., AND YALCINER, A. C., Bodrum-Kos (Turkey-Greece) Mw 6.6 earthquake and tsunami of 20 July 2017: a test for the Mediterranean tsunami warning system. *Geoscience Letters (AOGS)* 2017, 4:31, <https://doi.org/10.1186/s40562-017-0097-0>.
- IADECOLA, G., Brevi note in tema di colpa medica dopo la c.d. legge Balduzzi. In *Rivista Italiana di Medicina Legale e del Diritto in campo Sanitario*, p. 549 e ss., 2013.
- LOMAX A. E MICHELINI A. (2012), Tsunami early warning within 5 minutes, *Pure and Applied Geophysics*, doi: 10.1007/s00024-012-0512-6.
- LORITO S., SELVA J., BASILI R., ROMANO F., TIBERTI M.M. E PIATANESI A., Probabilistic hazard for seismically

induced tsunamis: accuracy and feasibility of inundation maps. In *Geophys. J. Int.*, 200, 574-588, doi:10.1093/gji/ggu408, 2015.

MANTOVANI, F., L'obbligo di garanzia ricostruito alla luce dei principi di legalità, di solidarietà, di libertà e di responsabilità personale. In *Riv. it. dir. proc. pen.*, p. 345 e ss., 2001.

MARAMAI A., BRIZUELA B. AND GRAZIANI L. (2014), The Euro-Mediterranean Tsunami Catalogue, *Annals of Geophysics*, 57, 4, S0435; doi:10.4401/ag-6437.

NAKAYACHI, K., YOKOYAMA, H. M. AND OKI, S., Public anxiety after 2011 Tohoku earthquake: fluctuation in hazard perception after catastrophe. In *JRR*, p. 156 e ss., 2014.

OKI, S. AND NAKAYACHI, K., Paradoxical Effects of the record - high tsunamis caused by the 2011 Tohoku earthquake on public judgment of danger. In *IJDRR*, p. 37 e ss., 2012.

PERINI, C., Il concetto di rischio nel diritto penale moderno, Milano, 2010.

ROIATI, S., Il ruolo del sapere scientifico e l'individuazione della colpa lieve nel cono d'ombra della prescrizione. In *www.penalecontemporaneo.it*, 2013

SELVA J., HOECHNER A., IQBAL S., LORITO S. E THIO H.K. (2017a), Managing subjectivity and elicitation in the TSUMAPS-NEAM project, Session 2.1, *Convegno Nazionale del GNGTS*, Trieste, novembre 2017.

SELVA J., LORITO S., BABEYKO A., BASILI R., HOECHNER A., MAESANO F.E., SCALA A., TARONI M., TONINI R., TIBERTI M.M., ROMANO F., PERFETTI P. E VOLPE M. (2017b), On the use of faults and background seismicity in Seismic Probabilistic Tsunami Hazard Analysis (SPTHA), *Convegno Nazionale del GNGTS*, Trieste, novembre 2017.

SELVA J., TONINI R., MOLINARI, I., TIBERTI, M. M., ROMANO, F., GREZIO, A., MELINI, D., PIATANESI, A., BASILI, R., E LORITO, S., Quantification of source uncertainties in Seismic Probabilistic Tsunami Hazard Analysis (SPTHA), *Geophys. J. Int.*, 205, 1780-1803, doi:10.1093/gji/ggw107, 2016.

SELVA J., LORITO S., PERFETTI P., BERNARDI F., TONINI R., ROMANO F., VOLPE M., PINTORE S., PIATANESI A., AMATO A., Towards Probabilistic Tsunami Forecast (PTF) in the NEAMTWS, International Symposium: Advances in Tsunami Warning to Enhance Community Responses, UNESCO- IOC, 12 - 14 February 2018, Paris, France.

SHAW, B., The AD 365 Earthquake: Large Tsunamiogenic Earthquakes in the Hellenic Trench. In: *Active tectonics of the Hellenic subduction zone*, Springer Theses, p. 7-28.

VALBONESI, C., Linee guida e protocolli per una nuova tipicità dell'illecito colposo. In *Riv. it. dir. e proc. pen.*, p. 298 e ss., 2013.

VALBONESI, C., Studio delle problematiche relative alle eventuali posizioni di garanzia e ai profili di responsabilità colposa, anche in prospettiva sovranazionale, con riferimento alle attività del centro Allerta Tsunami dell'INGV, comprensivo di suggerimenti metodologici nella redazione di linee guida e di protocolli di comportamento. Miscellanea INGV, in corso di stampa.

VALLINI, A., L'art. 3 del "Decreto Balduzzi" tra retroaggi dottrinali, esigenze concrete, approssimazioni testuali, dubbi di costituzionalità. In AA. VV. *La responsabilità medica dopo il "Decreto Balduzzi": una questione multidisciplinare*, *Rivista Italiana di Medicina Legale e del Diritto in campo Sanitario*, p. 735 e ss., 2013.

3 Cass. sez. Un., 24 aprile 2014, 38343 con commenti, fra gli altri, in *www.penalecontemporaneo.it*