Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

IAMC
Istituto per l'Ambiente Marino Costiero
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Dipartimento per il
Servizio Geologico d'Italia

RELAZIONE TECNICA

Ricognizione degli effetti indotti dal terremoto di Casamicciola del 21 agosto 2017 M4.0

Roma, agosto 2017

RELAZIONE TECNICA

Ricognizione degli effetti indotti dal terremoto di Casamicciola del 21 agosto 2017 M4.0

Documento a cura di:

Pio Di Manna[1], Gennaro Maria Monti[1], Luca Olivetta[1], Eutizio Vittori[1],

Eliana Esposito[2], Crescenzo Violante[2]

1) ISPRA; 2) CNR-IAMC

INDICE

1 PREMESSA 2
2 CARATTERISTICHE DELL'EVENTO SISMICO 3
3 RICOGNIZIONE DEGLI EFFETTI E VERIFICHE DEI DANNI ED IMPATTI SULL'AMBIENTE 7
4 SVILUPPI FUTURI 24
5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 26
6 ALLEGATO 1 27

In copertina: *una parte dell'abitato di Casamicciola loc. Majo distrutto dal terremoto del 21 agosto 2017*

1 PREMESSA

Un terremoto di M 4.0 ha colpito il settore settentrionale dell'Isola di Ischia il 21 agosto 2017, alle ore 20.57. Dopo correzioni, l'epicentro è stato definitivamente localizzato circa 1 km a SW rispetto l'abitato di Casamicciola Terme (loc. Majo).

Nell'ambito delle attività del "Gruppo di Lavoro per l'emergenza del terremoto di Ischia del 21 agosto 2017" coordinato dal Dott. Marco Amanti e istituito all'indomani dell'evento, ISPRA ha effettuato un sopralluogo per la ricognizione degli effetti indotti dal sisma sull'ambiente fisico e sulle strutture edilizie, reti e servizi, con l'obiettivo di evidenziare anche ulteriori situazioni di criticità che possono avere ricadute in termini di impatto sull'ambiente fisico e sulla popolazione.

I sopralluoghi sono stati eseguiti nei giorni 24 e 25 agosto; il 24 agosto i sopralluoghi sono stati eseguiti in collaborazione con i tecnici del'ARPA Campania, geol Vincenzo Barbuto, ing. Giovanni Improta, geol. Salvatore Isoldo. Il giorno 25 agosto ha visto la collaborazione sul campo tra ISPRA e CNR- IAMC di Napoli.

Inoltre, il 25 agosto hanno partecipato ai sopralluoghi anche alcuni rappresentanti del CAI – Sezione di Ischia.

Il presente documento fornisce una sintesi degli effetti prodotti dal sisma e dei danni osservati.

2 CARATTERISTICHE DELL'EVENTO SISMICO

Alle ore 20.57.51 (ora italiana) un terremoto ha interessato l'area settentrionale dell'Isola di Ischia. Dopo alcune rettifiche della posizione e della magnitudo, l'epicentro è stato localizzato circa 1km a SW dell'abitato di Casamicciola Terme (loc. Majo; lat. 40,74; long 13, 90), con una magnitudo durata Md 4.0 ed una profondità ipocentrale di 2 km (Figura 1; fonte INGVI - http://cnt.rm.ingv.itl).

Figura 1 - Localizzazione dell'epicentro dell'evento sismico del 21 agosto 2017, Md 4.0.

L'area interessata dall'evento è caratterizzata essenzialmente da depositi di *debris avalanches* e depositi di frana e rimaneggiati (Figura 2).

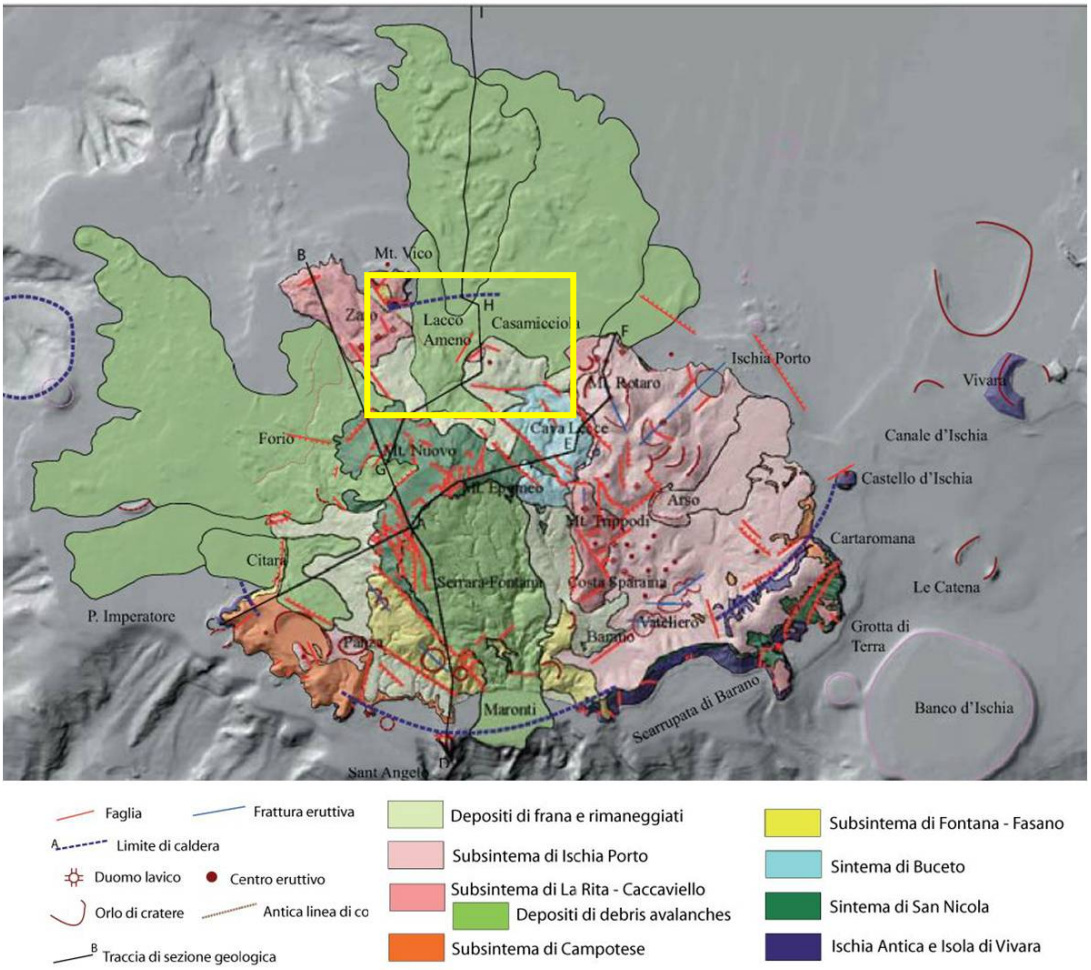

Figura 2 - Schema geologico- strutturale dell'Isola di Ischia, con indicazione dei principali depositi (ISPRA, 2010). Il rettangolo giallo indica l'area con i maggiori effetti indotti dall'evento sismico.

L'analisi dei dati interferometrici registrati dai satelliti Sentinel-1 e COSMO-SkyMed, condotta dai ricercatori del CNR-IREA, ha evidenziato un'area di massima deformazione al suolo, con un valore di abbassamento massimo di circa 4 cm, tra Casamicciola Terme e la base di Monte Epomeo (Figura 3; Fonte http://irea.irea.cnr.it).

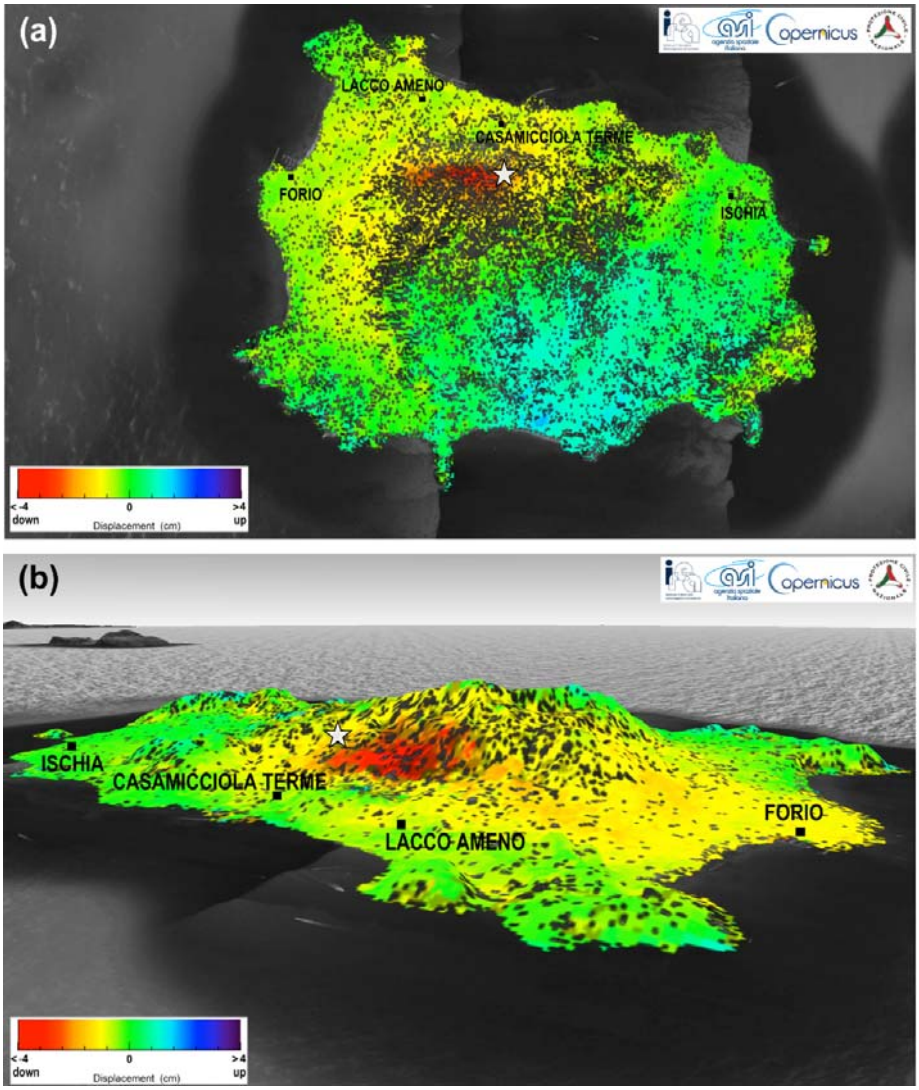

Figura 3 - Deformazione al suolo prodotta dal sisma del 21 agosto 2017, Md 4.0.
Fonte http://irea.irea.cnr.it

I rilievi macrosismici, condotti dal gruppo QUEST dell'INGV in collaborazione con l'*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile* (ENEA), hanno evidenziato l'area collinare di Casamicciola Termecome quella con i maggiori danni (I EMS 98=VIII), mentre l'area di Marina di Casamicciola presenta danni lievi diffusi e riferibili al VI grado EMS (Azzaro et al., 2017).

I valori preliminari d'intensità EMS per le località visitate dal gruppo QUEST ed Enea sono riportate nella Figura 4:

Località	*Int. EMS*
Casamicciola T. (zona rossa)	8
Fango (Lacco Ameno)	7
Marina di Casamicciola	6
Fontana	5-6
Ciglio	5
Lacco Ameno	5
Serrara	5
Forio	4-5
Perrone	4-5
Barano	4-5
Ischia Porto	4

Figura 4 - Valori preliminari d'intensità EMS 98 stimati da QUEST ed Enea. Fonte Azzaro et al., 2017

3 RICOGNIZIONE DEGLI EFFETTI E VERIFICHE DEI DANNI ED IMPATTI SULL'AMBIENTE

A seguito dell'evento sismico del 21 agosto, ISPRA ha effettuato sopralluoghi per la ricognizione degli effetti indotti dal sisma e, contestualmente, ha eseguito la verifica dei danni alle infrastrutture da cui possano derivare impatti sull'ambiente e sulla popolazione (es.: reti idriche, impianti fognari, etc.).

I sopralluoghi preliminari sono stati condotti nei giorni 24 e 25 agosto ed hanno interessato l'area tra gli abitati di Lacco Ameno e Casamicciola, concentrandosi soprattutto nel settore compreso tra le località Fango (Lacco Ameno) e Majo (Casamicciola), coincidente con il settore dei maggiori danneggiamenti e della massima deformazione al suolo.

Il giorno 24 agosto le attività sul campo sono state condotte in collaborazione con alcuni tecnici dell'ARPA Campania, mentre il giorno 25 agosto i sopralluoghi sono stati condotti in collaborazione con ricercatori del CNR-IAMC di Napoli e con la partecipazione di due membri del CAI- sezione di Ischia.

Sono stati mappati 50 punti di osservazione, rilevando diverse tipologie di effetti/danni, come evidenziato in Figura 5 e descritto in Allegato 1.

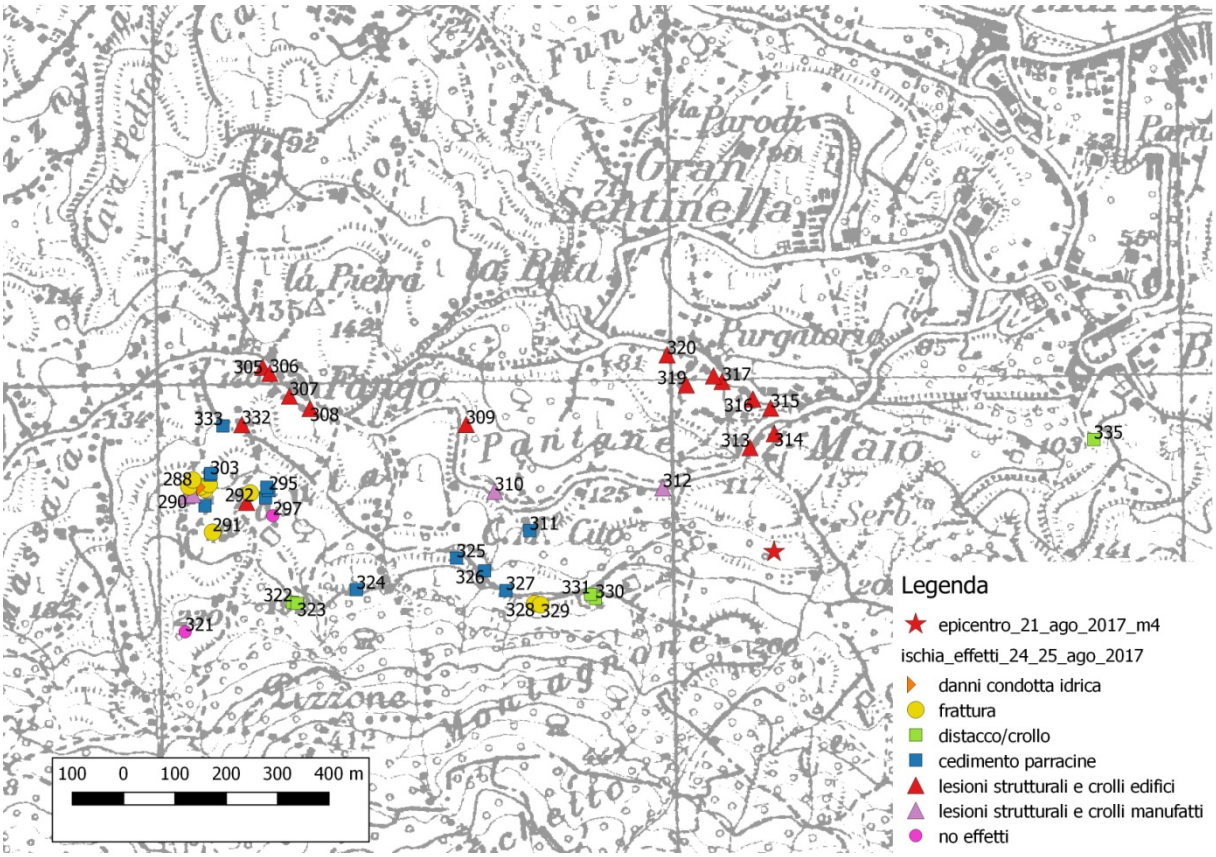

Figura 5 - Mappa dei punti di osservazione degli effetti; i numeri iniziano del WP 287 (su via Crateca) e proseguono fino al WP 335 (nel Vallone Senigallia).

Gli effetti sono stati, preliminarmente, distinti nelle seguenti tipologie:

Fratture

Sistemi di fatturazione con direzione circa E-W sono stati mappati a monte della frazione Fango, lungo via Crateca. Le fratture tagliano il manto stradale, proseguendo all'interno di abitazioni, piazzali e terrazzi, e presentano aperture dell'ordine di 1-2 cm e rigetti massimi di 2-4 cm (Figura 6; Figura 7; Figura 8). Le fratture sembrano avere correlazione diretta con i giunti e gli svincoli tra edifici e antistanti terrazzi, oppure tra porzioni di edificio costruite in periodi successivi, evidenziando una possibile origine per cedimento differenziale; in altri casi si localizzano a monte di muri di contenimento (in muratura o a secco) che sono crollati o ruotati determinando condizioni di detensionamento a tergo (Figura 9). La frattura che taglia sia il manto stradale di via Crateca che le abitazioni e terrazzi posti ad W di essa, è monitorata dagli abitanti con il posizionamento di vetrini trasversali alla traccia in tre punti ubicati sulla strada e sul terrazzo pavimentato antistante l'abitazione (WP287 e 302, vedi Figura 6; Figura 7; Figura 8). Fino alla data del 25 agosto la frattura non ha mostrato evoluzione.

Figura 6 – La frattura trasversale alla via Crateca (WP287), mostra apertura di 1-2cm e rigetto minore di 1 cm verso valle; la frattura è stata monitorata con un vetrino artigianale e non ha mostrato segni di evoluzione fino al 25 agosto.

Figura 7 - Fratture presenti sul terrazzo e all'interno dell'abitazione sita ad W di via Crateca. Le fratture si localizzano lungo gli svincoli tra terrapieni e porzioni di fabbricato realizzato in tempi successivi.

Figura 8 - Uno dei vetrini artigianali posizionati per il monitoraggio della frattura presente sul piazzale della casa ad W di via Crateca, al Wp.289.

Figura 9 - A sinistra, frattura lungo il sentiero delle fumarole a tergo di un muro di sostegno a secco (WP328; 329); a destra, frattura su terrapieno contenuto a valle da un muro di sostegno in muratura, in parte crollato; la frattura si segue per una decina di metri ed interessa anche il muro visibile sullo sfondo della foto. (WP334).

Crolli/distacchi in roccia

Distacchi e crolli in roccia tufacea sono stati osservati lungo la strada sterrata che da via Crateca conduce alla Fangaia attraversando un bosco di castagni (WP321 e 322). Il primo crollo è caratterizzato da un volume complessivo inferiore ad 1 mc, con 3 principali blocchi di tufo grigio-giallognolo (uno con dimensioni 40x20x20 cm, il secondo di dimensioni 20x10x10cm ed in terzo di dimensioni 10x5x5cm) e vari frammenti centimetrici.

Il secondo evento di crollo presenta maggiori evidenze del primo ed è caratterizzato da un grosso blocco tufaceo di dimensioni 2x1x1 metri ed altri blocchi di dimensione massima inferiore al metro. Il distacco è avvenuto da una scarpata alta complessivamente 4-5 metri e nella traiettoria di rotolamento i blocchi hanno impattato contro alcuni alberi di castagno, provocandone la rottura ed il piegamento. I castagni piegati e rotti hanno tronchi di piccolo diametro, circa 10-15 cm (Figura 10; Figura 11).

Alla fumarola presente tra le località Montagnone e Monte Cito (WP330 e 331; Figura 5) è stato osservato il distacco di una porzione del ciglio della scarpata per un tratto lungo circa 70cm, largo circa 30-40cm e di altezza circa 20-30cm (Figura 12). Il settore a tergo del margine della scarpata presenta un'area di detensionamento dell'ampiezza di 1-2 metri, con sottili fratture distensive, che potrebbero evolvere a seguito di ulteriori scosse e/o anche a seguito di piogge intense.

Altro fenomeno di crollo è avvenuto lungo la scarpata in destra idrografica del vallone Senigallia, nel settore a monte di Via Nizzola (WP335; Figura 13). Il volume complessivo di

materiale tufaceo crollato è stimabile in 50-60mc; la frana ha invaso l'alveo ed ha ostruito uno scatolare in calcestruzzo su cui è realizzata la strada; il materiale è stato rimosso il giorno 25 agosto (Figura 14).

Figura 10 - Blocchi di tufo verde crollati dal versante di Monte Epomeo, lungo il sentiero delle fumarole, Casamicciola. Il blocco di maggiori dimensioni ha un volume di circa 2mc, gli alberi di castagno risultano piegati dall'impatto dei blocchi lungo la traiettoria di movimento.

Figura 11 - Vista di maggior dettaglio dei blocchi franati al WP322.

Figura 12 - Margine della scarpata presente in corrispondenza della fumarola (WP330), da cui si è verificato un crollo di un settore della larghezza di circa 70cm; il settore a monte risulta detensionato per una fascia di circa 1-2 metri e pertanto potenzialmente instabile

Figura 13 - Distacco di materiale tufaceo avvenuto lungo la scarpata in destra idrografica del Vallone Senigallia, per un volume complessivo di circa 50-60mc.

Figura 14 - Scatolare in calcestruzzo parzialmente ostruito dalla frana verificatasi lungo la scarpata del vallone Senigallia.

Crolli di muri a secco (*parracine*)

In tutta l'area visitata sono stati osservati numerosi crolli di muri a secco, che sull'isola vengono chiamati *parracine*. I muri a secco sono realizzati con blocchi di tufo di dimensioni variabili e per lo più comprese tra i 10-20cm e i 30-50cm. I blocchi sono appoggiati ed incastrati a secco, senza l'utilizzo di malte e cementi. Tali strutture sono quindi vulnerabili alle sollecitazioni sismiche, tuttavia risultano crollate sempre in modo parziale, per tratti della lunghezza variabile da 1-2 metri a 3-4 metri (Figura 15; Figura 16; Figura 17). Nei settori adiacenti a quelli crollati le *parracine* risultano inclinate, rigonfie e con blocchi allentati, questo pone problemi sulla tenuta complessiva delle strutture in caso di forti piogge e sull'importante funzione che esse svolgono per l'assetto morfologico ed idrologico del territorio.

Figura 15 - Tratto di muro a secco crollato al WP326; le pietre bloccano la strada che conduce ad alcune abitazioni.

Figura 16 - Muri a secco crollati nel settore collinare a monte della strada di collegamento tra Fango e Majo (WP311). I muri sono crollati per ampi settori e dissestati e allentati nei settori adiacenti, ciò rende poco efficace la loro azione di regimazione idrologica e stabilizzazione geomorfologica.

Figura 17 - Tratto di muro a secco presente sul lato di monte di via Crateca (WP333); il materiale lapideo ha ostruito la strada ed è stato poi rimosso. Si può osservare il materiale terroso non più protetto dal muro, che in caso di precipitazioni, potrà facilmente essere eroso e portato a valle.

Lesioni strutturali e crollo di edifici

Forti danneggiamenti agli edifici sono stati osservati in corrispondenza del tratto iniziale di Via Montecito e soprattutto nell'are di Piazza Majo e tra Majo e Bagni. Queste rappresentano la zona rossa, area evacuata ed interdetta all'accesso subito dopo l'evento sismico.

L'area presenta un elevato tasso di urbanizzazione, gli edifici sono, per lo più, civili abitazioni costruite in muratura, con caratteristiche di vulnerabilità elevata in relazione alle azioni simiche. Infatti, le abitazioni più vecchie sono realizzate in muratura a sacco (Figura 18; Figura 19); molte case, anche recenti, sono costruite in muratura con forte eterogeneità nella forme, dimensioni e tipologia di materiali costruttivi; prevalgono blocchi di tufo sia di forma squadrata che a spigoli smussati e talvolta arrotondati, spesso accoppiati con mattoni forati in laterizio, tenuti assieme da malte di consistenza ed aspetto terroso, con scarsa tenuta e tendenza al deterioramento nel tempo (Figura 20). Le strutture solo raramente sono intelaiate e appaiono spesso inadeguati i vincoli tra le pareti ortogonali: le murature molto spesso sono solo appoggiate o ammorsate, ma non vincolate (Figura 21; Figura 22). In alcuni casi si osserva l'inadeguatezza o l'assenza di solai e spesso anche i tetti sono poco vincolati alla struttura. In alcuni casi sembra che gli edifici siano "cresciuti" per aggiunte successive accostate all'esistente, senza vincolarle alle strutture adiacenti. Altri edifici sono stati elevati in altezza e mostrano tentativi di rinforzo strutturale e accostamenti di parti realizzate con tecniche e materiali di uso più recenti (esempio murature in forati, oppure

strutture in cemento armato) accostate e/o sovrapposte a murature in pietra (Figura 23; Figura 24).

Figura 18 - Case realizzate in muratura a sacco con blocchi di tufo, fortemente danneggiate e crollate a seguito del sisma.

Figura 19 - Abitazione realizzata in muratura a sacco, parzialmente crollata per effetto del terremoto.

Figura 20 - A sinistra, muratura a doppia parete in blocchi squadrati di tufo con ampi spazi vuoti e malta quasi assente; a destra, muratura in blocchi di tufo etero metrici e di forma sub arrotondata.

Figura 21- Edificio situato lungo via Montecito, danneggiato dal terremoto. Le murature sono soltanto accostate e non ammorsate ne vincolate.

Figura 22 - Struttura in blocchi di tufo squadrati; da notare la ridotta presenza di malta e l'assenza di vincoli tra muratura e solaio.

Figura 23 - Casa in muratura fortemente danneggiata; la struttura è costruita in materiale lapideo composito, sia per forma che dimensioni ed è stata oggetto in passato di interventi di miglioramento strutturale, come mostrano i due tiranti presenti agli angoli, sotto la copertura.

Figura 24 - Ampliamenti e tentativo di miglioramento strutturale di un edificio posto lungo via Montecito; si nota l'accostamento di porzioni di strutture con sovrapposizione di materiali e tecniche diverse (muratura in tufo, strutture in cemento armato).

In un solo caso è stato osservato una struttura, localmente conosciuta come "telaio beneventano", con la muratura realizzata intorno ad una struttura intelaiata con assi di legno (Figura 25). Probabilmente, tale configurazione trae origine dall'inglobamento nella muratura di una preesistente struttura in legno e non da una effettiva intenzione di realizzare un intervento antisismico.

Figura 25 - Sopraelevazione di un edificio presente lungo la strada che da Majo conduce a Bagni. Si nota nella porzione crollata a seguito del terremoto la presenza di un'impalcatura in legno inglobata nella muratura.

L'elevata vulnerabilità del patrimonio edilizio presente nell'area collinare di Casamicciola e Lacco Ameno e i forti effetti di sito legati all'assetto geologico e morfologico hanno fatto si che i danni prodotti dal sisma sugli edifici siano stati significativi, con molti crolli parziali ed

alcuni crolli totali (Figura 26). Molti edifici, pur in assenza di crolli hanno riportato lesioni e danni strutturali elevati al punto da richiederne la rapida evacuazione.

Figura 26 - Area di forte danneggiamento, nel centro abitato di Majo. l'elevata vulnerabilità delle strutture ha giocato un ruolo fondamentale per l'entità del danno.

Gran parte degli edifici, anche quelli di migliore realizzazione, presentano rigonfiamenti della muratura e distacchi dell'intonaco per ampi tratti delle pareti esterne (Figura 27).

Figura 27- Rigonfiamento della muratura e distacco dell'intonaco su edifici presenti nel centro abitato di Majo.

Nella zona di Fango, alcuni edifici di recente realizzazione e/o restauro presentano cedimenti di fondazione, lesioni strutturali nelle tamponature, completa caduta dei comignoli (Figura 28).

Figura 28 - Crollo dei comignoli e cedimento di fondazione in alcune abitazione di realizzazione/restauro recente, in località Fango.

Gli effetti di sito sembrano aver giocato un ruolo determinante anche alla scala dei singoli edifici, infatti accanto ad abitazioni con danneggiamento molto elevato se ne riscontrano altre con danni più lievi. Questo comportamento potrebbe essere in relazione non soltanto con la minore vulnerabilità strutturale dell'edificio, ma anche con una minore entità dell'azione sismica, come, per esempio, mostrerebbe la presenza di vasi in terracotta sul davanzale spostati di poco ma non caduti (Figura 29).

Figura 29 – Uno degli edifici localizzati a Majo, lungo via D'Aloisio, presenta evidenti lesioni strutturali, tuttavia i danni sono minori se comparati con le strutture adiacenti; da notare i vasi in terracotta spostati in avanti ma non caduti.

Il quadro dei danneggiamenti osservati sugli edifici, in relazione alle tipologie costruttive e al grado di vulnerabilità, Il quadro dei danneggiamenti osservati sugli edifici, in relazione alle tipologie costruttive e al grado di vulnerabilità, ha consentito di stimare l'intensità del danno secondo le scale di intensità macrosismica MCS e EMS. Con entrambe le scale si è assegnato il valore dell' VIII grado alla zona di massimo danneggiamento comprendente l'area di Piazza Majo (Casamicciola), e del VII grado per il settore urbanizzato di Fango (Lacco Ameno) lungo Via Montecito.

Il valore dell'intensità epicentrale del terremoto è stata stimata dell'VIII grado.

Lesioni strutturali e crollo di manufatti

Nell'area visitata sono stati osservati anche danneggiamenti prodotti dal sisma a strutture antropiche non residenziali. In particolare, in via Crateca (WP290; 299) è stato osservato un muro di sostegno inclinato di circa 10cm ed interessato dal crollo dello spigolo con danneggiamento della tettoia sottostante. Lungo via Montesito, a metà strada tra Fango e Majo (WP310) è stata danneggiata l'opera di protezione sul margine di valle della strada. Due dei muretti che sostengono la ringhiera metallica risultano scollati alla base e capovolti verso monte (Figura 30). Poco più avanti, sulla stessa Via Montecito (WP312), la scaletta al lato strada risulta staccata dal muro e capovolta verso valle (Figura 31).

Figura 30 - Muretti presenti sul lato a valle di via Montecito, scollati alla base e ribaltati verso monte (WP310)

Figura 31 - Porzione di muro e scaletta crollata sul lato a valle di via Montesito (WP312).

Danni a condotta idrica

In corrispondenza della frattura presente su via Crateca e descritta ai WP287 e 302, alle ore 13.45 del 24 agosto, è stata osservata la rottura della condotta idrica con perdita di acqua (Figura 32). Probabilmente, la rottura della condotta è stata contemporanea all'apertura della frattura, ma la perdita di acqua si è verificata solo alla riapertura del servizio idrico, sospeso subito dopo l'evento sismico.

Figura 32 - Fuoriuscita di acqua dalla condotta idrica presente lungo via Crateca, a seguito di rottura in corrispondenza di una frattura (WP287; WP320).

4 SVILUPPI FUTURI

Nel corso dei sopralluoghi effettuati nella giornata del 25 agosto, sono state realizzate alcune ricognizioni con l'ausilio di un drone, messo a disposizione e guidato dall'Arch. G. De Angelis, referente CAI Ischia.

I voli sono stati eseguiti a partire dai WP321, 331, 334 (Figura 33). La prima ricognizione, dal WP321, a quota 244 m, è stata spinta fino al versante di Monte Epomeo ed in particolare al picco tufaceo presente a quota 400 metri, per verificare l'eventuale attivazione di fenomeni franosi e l'evoluzione delle fratture e dello stato di stabilità del pinnacolo tufaceo.

Il volo eseguito dal WP331 ha interessato la fascia E-W a valle della scarpata della fumarola localizzata tra le località Montagnola e Monte Cito (Figura 5), al fine di verificare eventuali fenomeni di crollo avvenuti e/o potenzialmente attivabili.

L'ultimo volo è stato realizzato dal WP334 per verificare l'esistenza e la continuità delle fratture, oltre quelle mappate a vista su strada ed edifici, e per la mappatura dei crolli delle *parracine*.

I dati di volo sono attualmente in corso di elaborazione.

Ulteriori indagini saranno condotte nell'area costiera di Casamicciola, al fine di verificare eventuali fenomeni franosi avvenuti e/o incipienti ed valutare le condizioni di pericolosità residua ad essi associata.

Inoltre, per avere un quadro più completo degli effetti indotti dal sisma, saranno necessari altri sopralluoghi sia nell'area di massima deformazione sia nelle aree prospicienti in corrispondenza delle pendici meridionali del Monte Epomeo.

Ulteriori sviluppi potrebbero derivare sia da una collaborazione ISPRA- ARPAC sull'analisi della variazione dei parametri chimico-fisici condotte dall'ARPA Campania su alcuni pozzi di dell'Isola sia da una collaborazione con il CNR-IAMC sulla mappatura degli effetti ambientali dell'evento sismico al fine della definizione del quadro macrosismico sulla base della scala ESI 2007 (Environmental Seismic Intensity scale 2007).

Figura 33 - Osservazioni a monitor durante una delle ricognizioni con drone, eseguite a partire dalla cantina Crateca, WP321.

5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Azzaro R., Del Mese S., Martini G., Paolini S., Screpanti A., Verrubbi V., Tertulliani A. (2017), QUEST- Rilievo macrosismico per il terremoto dell'isola di Ischia del 21 agosto 2017, Rapporto interno, doi:10.5281/zenodo.849091.

ISPRA – Servizio Geologico d'Italia (2010) – Carta Geologica d'Italia - Progetto CARG – Foglio 464 – Isola di Ischia – Litografia Artistica cartografica, Firenze 2010

Giulivo I.; Monti L.; Sbrana A.; Giudetti G.; Luperini W.; Toccaceli R.M.; Vietina M.; Faccenna C.; Fulignati P.; Marianelli P.; Deino A.; Bravi S.; D'Argenio B.; Marsella E.; Putignano M.L.; Donadio C.; Priore A.; Terlizzi F.; Guarracino F.; Morgera V.; Giordano F.; D'Elia G.; D'Angelo S.; Di Stefano R.; Lettieri M.T.; Papasodaro F.; Pelosi N.; Iuliano S.; Piscitelli E.. (2011) - Carta Geologica della Regione Campania, scala 1:10000 , Foglio 464 Isola di Ischia. Litografia Artistica Cartografica, Firenze

Michetti A.M., Esposito E., Guerrieri L., Porfido S. , Serva L. , Tatevossian R. , Vittori E. , Audemard F. , Azuma T., Clague J. , Comerci V. , Gurpinar A., Mc Calpin J., Mohammadioun B., Morner N.A., Ota Y. , Roghozin E. (2007) - Environmental Seismic Intensity scale - ESI 2007 – Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. 74/2007 ISBN: 978-88-240-2903-2 ISSN: 0536-0242 – Guerrieri L & Vittori E. Editors – Sistem Cart 2007

Ringraziamenti

Si ringrazia: i tecnici dell'ARPA Campania, geol.. Vincenzo Barbuto, ing. Giovanni Improta, geol.Salvatore Isoldo per la collaborazione sul campo; l'architetto Giovannangelo De Angelis e il sig. Pepito Morgera della sezione CAI Isola d'Ischia, per l'indispensabile supporto logistico e per le riprese aree tramite drone.

6 ALLEGATO 1

Elenco dei punti di osservazione con descrizione degli effetti

WP	descrizione effetti	tipologia effetti
287	Frattura trasversale alla strada, con apertura di 1-2 cm e lunghezza di circa 3 metri. Direzione N120E. Vetrini artigianali al momento integri installati dagli abitanti della zona il giorno dopo il terremoto.	frattura
288	Fratture con apertura 2-3 cm che interessano alcune abitazioni. Sembrano localizzate in corrispondenza dei giunti tra parti dell'edificio costruite in tempi diversi oppure tra l'edificio e l'eventuale terrazzo realizzato su terrapieno	frattura
289	Frattura di apertura di 2-3 cm con un lieve sollevamento del lato a valle di circa 3 cm; all'interno della casa è presente un'altra frattura a circa 2 m di distanza dalla prima	frattura
290	Muro di sostegno in muratura, alto circa 10 metri, inclinato verso valle di circa 10 cm	lesioni strutturali e crolli manufatti
291	Tre sottili fratture trasversali alla strada sterrata, a distanza di circa 2 metri l'una dall'altra. L'apertura è di alcuni millimetri. Direzione circa E-W	frattura
292	Crollo di una parete di un edificio ad 1 livello con tetto in lamiere metalliche. L'edificio è costruito in blocchi di tufo, la malta è quasi assente.	lesioni strutturali e crolli edifici
293	Frattura in corrispondenza del cancello in legno;	frattura
294	Muro a secco crollato; blocchi di tufo con dimensioni massima di 30-40 cm	cedimento parracine
295	Muro a secco crollato; blocchi di tufo con dimensioni massima di 30-40 cm	cedimento parracine
296	Muro a secco crollato; blocchi di tufo con dimensioni massima di 30-40 cm	cedimento parracine
297	Punto panoramico da cui è stata osservato una scarpata del monte Epomeo. La scarpata di tufo appare fresca e con deposito alla base; un abitante locale ci ha riferito che i crolli sono avvenuti circa 3 anni fa tra novembre e dicembre	no effetti
298	Muro a secco crollato; blocchi di tufo con dimensioni massima di 30-40 cm	cedimento parracine
299	Crollo dello spigolo alto del muro di sostegno e danneggiamento della tettoia sottostante	lesioni strutturali e crolli manufatti
300	Frattura che attraversa il terrazzo; apertura di 3-4 cm con rigetto di 2-3 cm verso valle. Presente un'altra frattura analoga ubicata all'interno della casa e distante circa 2 metri rispetto alla prima. Le fratture sembrano ubicate in corrispondenza dei giunti tra l'edificio e il terrazzo e l'edificio e un corpo aggiunto successivamente	frattura
301	fratture trasversali alla strada con rottura dell'asfalto, il proprietario ci mostra delle vecchie foto per indicare che le fratture interessano un'area che è stata colmata da materiali di riporto molto poco compattato	frattura
302	Rottura della condotta idrica in corrispondenza della frattuta di cui al WP 287. L'uscita dell'acqua è iniziata alle ore 13.45, probabilmente a seguito della riattivazione del servizio idrico che era stato sospeso	danni condotta idrica
303	Crollo della parte esterna a secco di un muro di sostegno in blocchetti di tufo e crollo dello spigolo del terrapieno. A valle è presente una frattura sul terrazzo di un'abitazione	cedimento parracine
304	Crollo di circa 3-4 metri di un muretto a secco ed apertura di un'ampia frattura in corrispondenza del ciglio della scarpata	cedimento parracine
305	Lesioni, crolli e danneggiamenti degli edifici lungo via Montecito	lesioni strutturali e crolli edifici
306	Lesioni, crolli e danneggiamenti degli edifici lungo via Montecito	lesioni strutturali e crolli edifici
307	Lesioni, crolli e danneggiamenti degli edifici lungo via Montecito	lesioni strutturali e crolli edifici
308	Lesioni, crolli e danneggiamenti degli edifici lungo via Montecito	lesioni strutturali e crolli edifici
309	Lesioni, crolli e danneggiamenti degli edifici lungo via Montesito. Crollo di parte del muro di sostegno, con formazione di fratture da detensionamento	lesioni strutturali e crolli edifici
310	Le porzioni del parapetto in muratura al margine della strada presentano fratture suborizzontali alla base e, in alcuni casi, sono ribaltati in direzione della carreggiata	lesioni strutturali e crolli manufatti
311	A monte della strada sono presenti molti muretti a secco disposti a gradinata che nel settore centrale risultano crollati	cedimento parracine
312	Crollo di una scaletta con ringhiera staccatasi dal muro che borda la strada	lesioni strutturali e crolli manufatti
313	Case con lesioni strutturali, crolli e danneggiamenti all'inizio dell'abitato di Casamicciola, frazione Majo	lesioni strutturali e crolli edifici
314	Case con forti danni strutturali. Crollo della parte alta del muro in cui è allocata una teca con la statua della madonna, lungo via Montecito. Il muro in oggetto è la parte residuale del muro perimetrale della chiesa crollata a seguito del terremoto del 1883.	lesioni strutturali e crolli edifici

315	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali agli edifici in muratura.	lesioni strutturali e crolli edifici
316	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali agli edifici in muratura.	lesioni strutturali e crolli edifici
317	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali agli edifici in muratura.	lesioni strutturali e crolli edifici
318	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali alla chiesa di Santa Maria dei Suffragi. Il crollo del cornicione e delle strutture antistanti la chiesa ha causato una delle due vittime	lesioni strutturali e crolli edifici
319	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali agli edifici in muratura. Questo è il settore in cui alcuni edifici sono crollati integralmente intrappolando 3 bambini e una signora anziana. I bambini sono stati estratti vivi, mentre la signora è stata la seconda vittima dell'evento sismico. Gli edifici crollati sono realizzati in muratura in pietrame di tufo, con ridotta presenza di malta (allo stato terroso). La copertura è in parte in lamiere ed in parte costituita da un solettone in cemento con elementi di ferro e/o rete. Le pareti risultano semplicemente accostate e non ammorsate.	lesioni strutturali e crolli edifici
320	Lesioni, crolli parziali e danni strutturali agli edifici in muratura.	lesioni strutturali e crolli edifici
321	Nei vigneti della cantina Crateca non ci sono evidenze di danneggiamento, ne effetti al suolo; le parracine non hanno subito crolli, almeno in questo settore. Il proprietario riferisce di un possibile aumento dell'attività della fumarola presente a monte del vigneto. Eseguito un volo con il drone per verificare l'eventuale attivazione di distacchi e crolli da uno spuntone di tufo presente circa a quota 400 metri	no effetti
322	Distacco di piccoli blocci dalla parete rocciosa in tufo grigio giallognolo; la dimensione massima del blocco franato Þ 40*20*20 cm; un secondo blocco pi¨ piccolo ha dimensioni circa 20*10*10 cm	distacco/crollo
323	Crollo con rotolamento di massi di tufo da una scarpata alta circa 4-5 metri. Il blocco di dimensioni maggiori è circa 2*1*1 metri. Sono presenti vari altri blocchi con dimensioni inferiori al metro i quali hanno spezzato o piegato alcuni alberi di castagno con tronchi di circa 10-25 cm di diametro	distacco/crollo
324	Crollo di muretti a secco lungo la strada a monte della fangaia; dimensione dei blocchi 30*30*30 cm; 40*30*20	cedimento parracine
325	Crollo muretti a secco - parracine	cedimento parracine
326	Crollo muretto a secco - parracine. Formazione di piccole fratture al margine stradale	cedimento parracine
327	Crollo muretto a secco per un volume complessivo di circa 1 mc su lato a monte della strada	cedimento parracine
328	Frattura parallela all'argine della strada, lunga circa 3 metri e con apertura di circa 1 cm; con step destro continua per circa 10 metri, fino al wp329	frattura
329	Terminazione della frattura segnata in wp328, parallelamente al bordo strada lato valle; probabilmente è legata ad un cedimento ed inclinazione del muro di sostegno	frattura
330	In prossimità della fumarola si osserva il distacco di una porzione del ciglio della scarpata per un tratto lungo circa 70 cm, largo circa 30-40 cm e di altezza circa 20-30 cm; a monte del ciglio si osservano due sottili fratture distensive che evidenziano un detensionamento della scarpatina fino alla distanza di circa 1-2 metri dal bordo.	distacco/crollo
331	Area del bordo scarpata interessata dal crollo; sulla scarpata Þ stato eseguito un volo di ricognizione con il drone	distacco/crollo
332	Case molto danneggiate, con lesioni passanti, spostamenti delle murature portanti, cedimento di fondazione; sono evidenti i crolli dei comignoli	lesioni strutturali e crolli edifici
333	Crollo del muro a secco al margine della strada; il masteriale crollato ha invaso la strada ed è stato già rimosso; il volume complessivo è di circa 2 mc	cedimento parracine
334	Frattura sul terrapieno a ridotta distanza dal margine e dal muro di sostegno; apertura circa 1 cm, lunghezza circa 5 m. La frattura continua lungo il muro	frattura
335	Crollo di materiale tufaceo dalla scarpata in destra idrografica del Vallone Senigallia per un volume complessivo di 50-60mc; la frana ha invaso l'alveo ed ha ostruito lo scatolare in calcestruzzo; il materiale è stato rimosso il giorno 25 agosto	distacco/crollo