

# Editoriale. Calamità e cultura

## *Editorial. Calamities and Culture*

I disastri che colpiscono le comunità, gli insediamenti e le pratiche sociali hanno, nel corso della storia, interpellato la cultura nelle sue pieghe più profonde. Le scienze più antiche e più radicate nella vita delle società, quali la filosofia e la teologia, si sono sempre interrogate sulle ragioni per cui la vita delle persone è periodicamente messa a repentaglio da *disastri* – riferendosi, appunto, alla sorte dettata dagli *astri* – o da *flagelli* – come se l'umanità fosse punita da *sferze* per ragioni etiche –, proponendo una pluralità incessantemente rinnovata di interpretazioni culturali dei fenomeni naturali. Quando nuove discipline e nuove tecniche si sono affacciate al mondo delle scienze, ha poi prevalso l'idea che le *catastrofi* – ossia i *rivolgimenti* che trasformano drammaticamente la vita delle persone – potessero essere controllate, misurate, o addirittura previste con strumenti quantitativi, oggettivi, che finalmente allontanassero dai drammi della vita le superstizioni o le devozioni più ancestrali e irrazionali. L'indagine delle cause fisiche dei disastri si è andata sovrapponendo all'investigazione sulle ragioni della possibilità dell'esistenza stessa delle catastrofi e del dolore umano. L'oggettivizzazione delle catastrofi, tuttavia, non ha eliminato le paure; anzi, la storia culturale della percezione dei rischi si è arricchita di sempre nuove angosce ambientali.

Gli intrecci tra la dimensione umana e la dimensione tecnica delle catastrofi, tra la documentazione dei fenomeni e la percezione delle loro cause, tra la realtà fisica e le psicosi collettive sono i temi studiati dalla storia culturale e sociale dei disastri – esemplarmente ricostruita da François Walter (*Catastrophes. Une histoire culturelle. XVI<sup>e</sup>-XXI<sup>e</sup> siècle*, Paris 2008) –, mettendo in dialogo le diverse scienze che si occupano del rapporto tra il pensiero umano e le catastrofi. Se certamente gli eventi disastrosi possono essere sempre più monitorati e – in una certa misura – prevenuti grazie ad analisi e progetti condotti secondo le tecniche più aggiornate, la dimensione umana delle catastrofi non è evidentemente eludibile: ogni rivolgimento rimette in discussione affetti, memorie e valori, coinvolgendo il senso più profondo della persona e della convivenza civile, ma interpellando anche le nostre conoscenze esatte e razionali, stimolando nuove ricerche e sperimentazioni. Anche le scienze “dure” e le tecniche non possono restare in un silenzio neutrale di fronte ai disastri: gli strumenti quantitativi hanno riproposto in termini nuovi il tema della *colpa* delle calamità, aggiornando lo spettro della *dimensione etica* delle catastrofi, portando l'attenzione sul degrado del territorio, sulla speculazione economica ed edilizia, sulla colpevole mancata prevenzione, sull'ignoranza delle regole degli ecosistemi. Sebbene la cosiddetta “società del rischio” privilegi – giustamente – le politiche di prevenzione (a fronte di una soglia di accettabilità del rischio sempre più alta nelle società benestanti occidentali), resta valido e viene aggiornato il principio delle cosiddette “società delle catastrofi”, che basavano il proprio apprendimento dagli insegnamenti tratti dalle catastrofi.

In sintesi, le dimensioni antropologiche delle catastrofi sono ormai profondamente intrecciate con le loro dimensioni fisiche: tanto le scienze umane, sociali e storiche, quanto le scienze naturali e le tecniche sono chiamate a favorire, cooperando, una conoscenza approfondita delle pericolosità e delle vulnerabilità cui le comunità sono esposte, al fine di far maturare la consapevolezza dei rischi e accompagnare la prevenzione.

Una Scuola politecnica che pratica – quotidianamente – il dialogo tra le diverse scienze e le tecnologie non può non offrire un contributo in tale direzione; al tempo stesso, una Rivista che – da sempre – affianca tale Scuola nella discussione e nella diffusione della cultura politecnica non può che ritenersi onorata dal poter offrire le proprie pagine per una divulgazione che, senza rinunciare a nulla in termini di competenza e precisione, vuole raccontare come la ricerca universitaria e la vita delle comunità non possano restare isolate.

Se ognuno dei tanti ricercatori coinvolti ha avuto modo di comunicare il proprio lavoro alle rispettive comunità scientifiche di riferimento – per una doverosa verifica tra pari dei metodi applicati, degli strumenti utilizzati e dei risultati conseguiti – è importante che emergano la dimensione culturale e il valore sociale del lavoro del Politecnico di Torino, inteso come comunità di ricercatori che non resta muta di fronte alle catastrofi, né si rifugia nel proprio anaffettivo mondo accademico. In una comunicazione scientifica sempre più settorializzata e competitiva, «Atti e Rassegna Tecnica» conserva l'aspirazione a *narrare* – oltre che documentare – che le sperimentazioni tecniche più innovative e specialistiche trovano la propria ragione d'essere in una coralità di impegno, che costituisce la ragion d'essere più profonda delle comunità scientifiche e delle comunità professionali cui il Politecnico e la Rivista si rivolgono.

Il Comitato Scientifico e la Redazione di «Atti e Rassegna Tecnica» ringraziano il Politecnico di Torino per la preziosa opportunità di poter condividere con un pubblico di lettori dalle competenze più varie un patrimonio di esperienze, che concretizza al meglio quanto i padri costituenti hanno auspicato: «La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione» (art. 9). Cultura, ricerca scientifica e tecnica, paesaggio e patrimonio in queste pagine sono concetti che si concretizzano in *gesti*, che certamente concorrono al perseguimento del bene comune del Paese.

*Andrea Longhi, Direttore di «A&RT»*



# Introduzione

## *Foreword*

### **GUIDO SARACCO**

È sempre più necessario che le Università producano un impatto positivo sulla società attraverso le proprie missioni: formazione, ricerca, trasferimento tecnologico e condivisione della conoscenza. Tutto questo assume una rilevanza eccezionale nel caso di situazioni drammatiche come quelle indotte dalle catastrofi naturali. Tradizionalmente il Politecnico di Torino si è sempre attivato per fornire il proprio supporto in queste circostanze mettendo a disposizione le proprie competenze specifiche e i propri laboratori. In particolare, in occasione degli eventi sismici che hanno colpito il Centro Italia alla fine del 2016, il nostro Ateneo ha deciso di supportare in concreto l'azione dei molti docenti che hanno volontariamente offerto la propria disponibilità per diversi progetti utili, nell'immediato, al censimento degli effetti e, di conseguenza, alla successiva fase di ricostruzione.

Questo volume vuole testimoniare questo impegno "sul campo", documentando alcuni specifici progetti che hanno visto impegnati docenti e personale di diversi dei nostri Dipartimenti. Gli esempi riportati mostrano in particolare la necessità di approcci multidisciplinari che coinvolgano competenze ad ampio spettro unite a cooperare verso obiettivi comuni.

Il volume vuole anche essere l'occasione per rinnovare la solidarietà di tutto il personale dell'Ateneo nei confronti della popolazione dei comuni colpiti dal sisma, nella speranza che questi studi possano contribuire in modo significativo alla ricostruzione e a mitigare il rischio sismico nel nostro Paese.

*Guido Saracco*  
 *Rettore del Politecnico di Torino*

# Terremoto del Centro Italia (2016-2017): esempi dall'esperienza interdisciplinare del Politecnico di Torino

## *Central Italy earthquake (2016-2017): examples from the interdisciplinary experiences carried out by the Politecnico di Torino*

**SEBASTIANO FOTI**

Sebastiano Foti, professore ordinario di Geotecnica,  
Politecnico di Torino, DISEG. Coordinatore del  
gruppo di lavoro

La combinazione di una sismicità elevata e di un patrimonio costruito relativamente vulnerabile rendono l'Italia una delle nazioni europee maggiormente esposte al rischio sismico, come evidenziato dagli eventi che con ricorrenza ravvicinata colpiscono il nostro Paese. Oltre ai servizi di soccorso ed emergenza, gestiti in modo esemplare dalla Protezione Civile, internazionalmente riconosciuta come esempio di efficienza ed efficacia, nelle fasi immediatamente successive a un evento sismico assume fondamentale importanza la ricognizione degli effetti e la pianificazione degli interventi di ricostruzione.

La sequenza sismica che ha colpito il Centro Italia tra la fine del 2016 e l'inizio del 2017 deriva dall'attività delle faglie appenniniche che con una frequenza relativamente elevata si riattivano causando terremoti di intensità medio-elevata. In particolare la scossa principale del 24 agosto 2016, ha indotto la devastazione di diversi comuni causando 299 vittime e la perdita dell'abitazione per diverse migliaia di abitanti. Le successive scosse dell'ottobre 2016, insistendo su costruzioni già in parte danneggiate, hanno portato alla distruzione quasi totale del tessuto urbano in molti comuni ed estesi danneggiamenti in un'area molto più vasta. Nei giorni immediatamente successivi alla prima scossa, il Politecnico di Torino si è rapidamente attivato per mettere a disposizione le proprie competenze tecniche e scientifiche per la ricostruzione delle zone colpite. Come già avvenuto in occasione di precedenti eventi sismici, molti docenti hanno generosamente offerto la piena disponibilità a intervenire e l'Ateneo ha deciso di supportare materialmente le attività sul campo.

Questo numero speciale di «A&RT» non ha la pretesa di documentare tutte le attività in cui è stato coinvolto a vario titolo il personale dell'Ateneo, ma di presentare alcuni esempi con l'obiettivo di illustrare in particolare l'importanza dell'approccio multidisciplinare nello studio degli effetti del sisma sul territorio e sulle costruzioni nella prospettiva della ricostruzione.

Gli ambiti di attività documentati nel presente volume possono riassumersi in tre diversi filoni: la ricognizione degli effetti del sisma nell'immediato, finalizzata ad accrescere le capacità di prevenire il danno nei terremoti futuri; il rilievo e il monitoraggio, in particolare applicati ai beni architettonici e monumentali, finalizzati alla progettazione degli interventi di salvaguardia degli stessi; la valutazione degli effetti attesi nei futuri terremoti e la progettazione di nuove opere per la ricostruzione.

# Sinergie per la pianificazione del *rapid mapping* e per la condivisione dei database spaziali

## *Cooperating activities for rapid mapping planning and spatial database sharing*

**NANNINA SPANÒ, FILIBERTO CHIABRANDO, ANDREA LINGUA**

Gli eventi sismici occorsi in Centro Italia nel 2016 e 2017 hanno rappresentato per il gruppo di geomatica del Politecnico di Torino un incentivo per mettere a fuoco e coordinare differenti sfide che le tecniche di *rapid mapping* richiedono per adeguare gli sviluppi tecnologici alle esigenze di documentazione 3D sempre più specializzate, in grado di fornire le basi di conoscenza primarie per valutare i traumi occorsi al territorio, all'edilizia storica dei piccoli centri e ai beni architettonici.

I contributi contenuti in questo volume, sono un segno tangibile dei propositi dell'area della geomatica di sviluppare sinergie interdisciplinari con gli altri settori d'indagine, dell'area geotecnica, dello studio e analisi delle strutture, del progetto urbano e architettonico, che costituiscono alcune delle altre anime della scuola politecnica. Le attività di studio si può dire abbiano afferrito le tre missioni principali dell'azione accademica: l'attività formativa, quella relativa al trasferimento tecnologico e ovviamente quella relativa alla ricerca, in questo caso applicata.

L'attività formativa e il coinvolgimento degli studenti si è sviluppata grazie all'esperienza maturata fin dal 2012 in seno al team studentesco denominato DIRECT (*DI*saster *RE*Cover*Y* *T*eam), nato proprio per soddisfare l'esigenza di trasmettere i metodi del rilevamento 3D e la conseguente gestione dei dati nei sistemi informativi geografici (GIS) e nella cartografia numerica ai giovani studenti del Politecnico, afferenti tutte le aree disciplinari, con prevalenza di quelle dell'Architettura, della Pianificazione e delle Ingegnerie civile, edile e ambientale. Dalla partecipazione degli studenti, che hanno aderito con entusiasmo alla nostra chiamata per impegnarsi in prima persona negli stage formativi svoltisi nelle zone del sisma, è nato un rivolo di tesi di laurea che hanno avuto per obiettivo la specificazione e l'affinamento di metodi di *rapid mapping*, basati su tecniche fotogrammetriche, LIDAR (*Light Detection and Ranging*) e altre ancora più innovative come le scansioni basate su tecnologia SLAM (*Simultaneous Localisation and Mapping*) che saranno presentate nei diversi contributi, per esporre le integrazioni di metodi nelle numerosissime declinazioni applicative alle diverse scale d'indagine, oggetto anche dei numerosi report brevi contenuti nell'ultima parte di questo volume.

La cosiddetta terza missione è stata alimentata tramite una proficua collaborazione con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, e in particolare con la squadra SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto), concentrandosi prevalentemente sulla messa a punto di metodi particolarmente speditivi per la realizzazione di voli fotogrammetrici con l'utilizzo di droni, mirando a diminuire quanto più possibile, se non annullare, la necessità di eseguire misure topografiche di precisione a terra, sicuramente poco compatibili con le situazioni emergenziali delle fasi operative di prima risposta agli eventi disastrosi (*Disaster*

Nannina Spanò, professore associato di Geomatica,  
Politecnico di Torino, DAD  
antonia.spano@polito.it

Filiberto Chiabrando, professore associato di  
Geomatica, Politecnico di Torino, DAD  
filiberto.chiabrando@polito.it

Andrea Lingua, professore ordinario di Geomatica,  
Politecnico di Torino, DIATI  
andrea.lingua@polito.it

*Response*, DR). La proficua collaborazione con la squadra dei Vigili del Fuoco, che partecipa ad arricchire i contenuti di questo volume, si è rivelata fondamentale anche per sviluppare le indagini e la capacità di documentare i danni sismici nella prospettiva della gestione multi-temporale dei dati, dal momento che il loro ruolo li ha condotti a una presenza costante sui luoghi del cratere sismico anche quando le zone rosse si estendevano durante lo sviluppo dello sciame sismico interdicendo l'accesso a qualunque altro soggetto.

La ricerca applicata ha pervaso diffusamente l'insieme delle attività svolte in quanto si è costantemente perseguito il proposito di testare nuovi sensori, di svilupparne l'integrazione oltre a sperimentare la cosiddetta *fusion* di metodi e dati per arricchire i prodotti finali, sia ortofoto che modelli del terreno (DSM, *Digital Surface Model*) sia dal punto di vista geometrico che radiometrico; si è perseguita inoltre l'ottimizzazione dei risultati e il loro orientamento alla facile ed efficace fruizione *multi-users*, anche in virtù dell'interesse sviluppatosi per queste tematiche nell'ambito di tesi di dottorato. È difficile separare in categorie diverse il complesso di sperimentazioni e studi, in quanto le attività di acquisizione ed elaborazioni si sono svolte in modalità sinergica sia sul versante interdisciplinare, sia nell'azione collaborativa comune con studenti, tesisti, assegnisti di ricerca, dottorandi e soggetti esterni come i Vigili del Fuoco.

Un'iniziativa determinante è stata la decisione di inserire come caso studio di un progetto finanziato dalla

Commissione Europea proprio uno dei complessi architettonici inserito in contesto urbano rilevato con tecniche geomatiche in seguito al sisma dell'ottobre 2016: la basilica e il complesso conventuale di San Nicola di Tolentino. In particolare si è trattato di un progetto sovvenzionato dalla *European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations*, avente come scopo la strutturazione di un database cartografico interoperabile finalizzato a migliorare la resilienza del patrimonio costruito soggetto a disastri.

Questo progetto ha rappresentato un'occasione importante per indagare oltre alle tecniche di rilevamento 3D rapide, anche lo scenario della trasformazione degli archivi metrici 3D, che si presentano in prima battuta sotto forma di nuvole di punti, e che necessitano di essere organizzati in database spaziali strutturati dal punto di vista sia geometrico che semantico. Per essi si è ricercata costantemente l'interoperabilità con i più diffusi standard cartografici oggi affermati alla scala del territorio e dei contesti urbani, oltre ad una complessa ricerca di armonizzazione con gli standard dedicati ai beni architettonici e paesaggistici, con possibile coinvolgimento anche dei beni mobili eventualmente contenuti in musei soggetti a rischio o a emergenze disastrose.

Proprio la pluralità di contenuti tematici e azioni collaborative ha caratterizzato l'insieme delle azioni operative e di sviluppo diverse e convergenti; ci auguriamo che tali propositi emergano dai contributi di questo fascicolo.

# Analisi e monitoraggio del patrimonio costruito

## *Analyses and monitoring of the built heritage*

### **DONATO SABIA, ANTONINO QUATTRONE**

Lo studio della vulnerabilità sismica del costruito storico rappresenta una in-dubbia priorità per il nostro Paese. Lo studio della risposta strutturale delle strutture storiche, e soprattutto delle costruzioni in muratura, alle azioni sismiche presenta alcune problematiche particolari legate all'estrema variabilità delle caratteristiche dei materiali e dell'organizzazione strutturale, difficilmente classificabili e schematizzabili.

Una delle più importanti peculiarità delle strutture storiche è certamente rappresentata dalla necessità di coniugare la scelta degli interventi, volti alla riduzione della vulnerabilità, con il rispetto dell'integrità storica del bene da conservare.

Risulta pertanto prioritaria e indispensabile un'indagine sperimentale finalizzata all'identificazione del comportamento strutturale, statico e dinamico, e al controllo nel tempo della risposta attraverso un monitoraggio dinamico continuo in grado di rilevare variazioni che possano aumentarne la vulnerabilità. Il Politecnico di Torino, e in particolare il Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, opera da tempo nel settore della salvaguardia e della conservazione dei beni architettonici e monumentali. In questo ambito di ricerca il gruppo di ricerca del Politecnico di Torino ha stretto una collaborazione, ormai decennale, con il prof. Aoki della Nagoya City University. In particolare, per citare esempi concreti, questa collaborazione si è dimostrata molto efficace nel monitoraggio del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina, con importanti ricadute sul piano della conservazione di tali beni, tutelati peraltro dall'UNESCO.

Questi progetti hanno beneficiato di finanziamenti del governo giapponese, da sempre sensibile ai problemi di conservazione del patrimonio storico italiano. Gli eventi sismici del 2016 nell'Italia centrale hanno fornito l'occasione al Politecnico di Torino e alla Nagoya City University di mettere a disposizione degli enti locali la loro esperienza e le loro competenze per la salvaguardia di importanti strutture storiche presenti sul territorio.

Questa disponibilità ha portato alla stipula di due "Accordi di Cooperazione Strategica" tra il Politecnico di Torino, la Nagoya City University e i comuni di Tolentino e San Severino Marche, sottoscritti nel febbraio del 2017.

Nell'ambito di tali accordi, la prima struttura individuata è stata la Basilica di San Nicola a Tolentino. Si tratta di un complesso basilicale di notevole importanza per la comunità non solo locale, per tutta una serie di elementi, ad esempio il portale di Nanni di Bartolo e il famoso "Cappellone" affrescato da Pietro da Rimini, di scuola giottesca. A seguito degli eventi sismici del 2016 la struttura risultava danneggiata negli ambienti sovrastanti il chiostro e presentava uno stato di fessurazione in una cappella della navata destra.

*Donato Sabia, professore associato di Tecnica delle costruzioni, Politecnico di Torino, DISEG*  
donato.sabia@polito.it

*Antonino Quattrone, coordinatore Laboratorio MASTRLAB, Politecnico di Torino, DISEG*  
antonino.quattrone@polito.it

Sono state inoltre individuate due torri nel comune di San Severino Marche, la torre civica e la torre campanaria del Duomo di San Severino. Queste due torri, in parte danneggiate da precedenti eventi sismici, evidenziavano fessurazioni riconducibili agli eventi più recenti.

Gli accordi avevano lo scopo di approfondire il comportamento delle strutture attraverso sperimentazioni dinamiche associate a tecniche di identificazione, e di installare un sistema di monitoraggio dinamico continuo per controllare la risposta nel tempo. I sistemi di monitoraggio sono tuttora attivi.



# L'innovazione tecnologica al servizio del soccorso tecnico urgente

## *Technological innovations at the service of emergency technical assistance*

**FRANCO FELIZIANI, ONOFRIO LORUSSO, ANDREA DI LOLLI**

La risposta del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (CNVVF) allo scenario emergenziale di agosto 2016 è stata caratterizzata dall'immediata implementazione di un dispositivo finalizzato all'attività di ricerca e soccorso che ha visto impiegati i mezzi aerei accanto alle colonne mobili in versione sisma. Oltre ai numerosi elicotteri che fin dalle prime luci dell'alba hanno sorvolato l'area del cratere soccorrendo persone, trasportando squadre e attrezzature e raggiungendo località isolate, il dispositivo di soccorso aereo è stato integrato, per la prima volta in maniera strutturata, con Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR).

La molteplicità degli scenari di impiego degli aeromobili a pilotaggio remoto (oltre 1000 missioni effettuate, tra videoispezione da remoto di aree a rischio crollo e di edifici a notevole sviluppo verticale, foto-video documentazione dell'attività operativa, uso della fotogrammetria per l'elaborazione di ortofoto e modellazione 3D di centri urbani, frane ed edifici colpiti dal sisma) ha rappresentato un ausilio tecnologicamente avanzato e innovativo per le attività di ricerca e soccorso in cui sono state impegnate le varie specialità del CNVVF.

L'esperienza operativa è stata importantissima per gettare solide basi del settore nel CNVVF, ma sicuramente è stato molto importante avere la possibilità di condividere esperienze, informazioni e dati con il team DIRECT (*Disaster Recovery Team*) del Politecnico di Torino.

Tale collaborazione si è realizzata sia in fase di studio preventivo delle attività da effettuare, sia in fase operativa di acquisizione ed elaborazione dati, e ha garantito ai piloti SAPR Vigili del Fuoco la possibilità di approcciare in maniera più scientifica l'attività di volo, permettendo di approfondire e risolvere preventivamente alcune problematiche tecnico-operative e consentendo quindi di ottimizzare le procedure e i tempi di acquisizione ed elaborazione delle immagini, in relazione allo specifico impiego.

I risultati ottenuti hanno messo in luce che la sinergia tra le istituzioni, anche in contesti emergenziali, garantisce un valore aggiunto, utile anche a pianificare gli sviluppi del settore SAPR.

Franco Feliziani, CNVVF, Ufficio Coordinamento Servizio Aereo e Soccorso Aeroportuale  
franco.feliziani@vigilfuoco.it

Onofrio Lorusso, CNVVF, Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Varese  
onofrio.lorusso@vigilfuoco.it

Andrea Di Lolli, CNVVF, Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Torino  
andrea.dilolli@vigilfuoco.it