

Settembre 2010
N° 107

Periodico Trimestrale
Aut. Tribunale Verona n. 565 del 7.3.1983

Direttore Responsabile
Ilaria Segala

Vicedirettore
Roberto Olivieri

Segretario di Redazione
Chiara Verdecchia

Comitato di Redazione
Antonio Capizzi, Maurizio Cossato,
Adele Costantino, Andrea Falsirollo,
Mattia Fantinati, Davide Gheser,
Giulio Giavoni, Silvio Menichelli,
Giovanni Montresor,
Claudio Morati, Andrea Panciera,
Paolo Pinelli, Giuseppe Puglisi Guerra,
Pier Giorgio Puppini Martini, Claudio Sandri,
Francesco Uboldi, Alvise Zanolini

Redazione
37121 Verona – Via Leoncino, 5
Tel. 045 8035959 – Fax 045 8031634
ordine@ingegneri.vr.it

Le opinioni dei singoli autori non impegnano la redazione. Gli articoli possono essere modificati per esigenze di spazio con il massimo rispetto del pensiero dell'autore. Le riproduzioni di articoli ed illustrazioni è permessa solo previa autorizzazione della redazione.

I dati personali degli abbonati in nostro possesso saranno trattati nel rispetto del D. Lgs. 196/03 recante il Codice in materia di protezione dei dati personali e con modalità idonee a garantirne la riservatezza e la sicurezza.

Stampa e pubblicità
Editoriale Polis

37024 Negrar (VR) – Via Calcarole, 16
Tel. 045 7500211 – Fax 045 6012315
info@editorialepolis.it
www.editorialepolis.it

Convegno

Disastri: gestire l'emergenza verso la ricostruzione

- 7** **Presentazione**
Laura Facchinelli
- 8** **Introduzione ai temi del convegno**
Alberto Maria Sartori
- 11** **Testimonianza "Sapienza costruttiva nell'edilizia residenziale storica in Abruzzo"**
Gianni Marini
- 15** **Studi e ricerche recenti sui disastri prodotti da eventi sismici e tsunami**
Oriana Giovinnazzi
- 26** **Friuli, un esempio di rinascita mantenendo l'identità del territorio**
Giorgio Dri
- 30** **Il problema dell'acqua alta a Venezia e la costruzione del Mose**
Paolo Pinelli
- 34** **Premio Trasporti & Cultura**
Laura Facchinelli
- 37** **Valutazione del Rischio Sismico delle vie di fuga in area vesuviana**
Giulio Zuccaro e Francesco Cacace
- 42** **Panorama dei rischi possibili nel Veneto e misure di intervento dei Vigili del Fuoco**
Mario Sarno
- 44** **La pianificazione regionale in emergenza**
Orietta Rubin
- 51** **La scheda di rilievo AeDES come strumento nella gestione dell'emergenza per la determinazione dell'agibilità sismica e il censimento danni. Esperienza del sisma aquilano**
Silvia Bonetti

Informazioni tecniche - Commissione sicurezza

- 55** **Attività del Gruppo di Lavoro. "Lavori in quota" della Commissione Sicurezza**
- 56** **Esame delibera Giunta Regionale n. 2774 del 22/09/2009 e relativo Allegato A con approfondimento delle criticità e delle sovrapposizioni con la legislazione statale**
Ezio Franzolin e Paolo Gasparini

Informazioni tecniche - Commissione geotecnica

- 59** **Parte lo sportello Help, ecco le prime iniziative già attive**
Paolo Crescini e Luca Simoncini

Varie

- 58** **In ricordo di Alessandro Polo**
Pierluigi Ongarelli

Consiglio dell'Ordine

- 60** **Elenco Terne Collaudi Statici - Elenco segnalazioni per Commissioni Giudicatrici concorsi/gare - Elenco segnalazioni a Regione, Comuni, Enti e Privati, Movimento Albo**



Presentazione

Dott.ssa Laura Facchinelli

Curatrice del Convegno

Il convegno "Disastri: gestire l'emergenza verso la ricostruzione" è stato organizzato dal Collegio degli Ingegneri e degli Architetti della provincia di Verona con la rivista Trasporti & Cultura, proseguendo una collaborazione che, a partire dall'anno 2001, ha già portato alla realizzazione di 11 convegni.

La gestione di eventi estremi che interessano il territorio - siano essi di carattere naturale o prodotti dall'azione umana - è diventata una questione centrale e sempre più frequente nel mondo contemporaneo. La frequenza dei disastri è aumentata drasticamente nell'ultimo decennio: quasi il 25% dei terreni a livello internazionale e circa il 75% della popolazione mondiale sono a rischio. In particolare, le proiezioni relative al cambiamento climatico per i prossimi 40 anni prevedono impatti notevoli, come la crescita del livello delle acque e la riduzione dei suoli abitabili; è probabile, inoltre, che quest'ultime calamità colpiscano in modo rilevante i Paesi in via di sviluppo e le aree costiere. Politiche ed azioni pre e post-disastro possono esercitare un ruolo determinante, in particolare in aree soggette al rischio.

Il convegno ha preso avvio dal recente terremoto d'Abruzzo per presentare i risultati di ricerche svolte a livello internazionale sui disastri naturali, ma anche per essere una testimonianza concreta sulla rinascita dopo il terremoto del Friuli del 1976. Uno sguardo al problema dell'acqua alta a Venezia ha posto in luce un'altra opera attualmente in costruzione: il sistema di dighe mobili MO.S.E. Inoltre, dall'esperienza si può e si deve imparare: ed ecco i piani di emergenza predisposti nell'area di Napoli, ma soprattutto nel nostro Veneto ed a Verona.

Nel corso dei lavori - che si sono sviluppati per un'intera giornata e sono stati coordinati dal prof. Cesare Surano dell'Università di Verona e dall'ing. Alberto Maria Sartori, presidente del Collegio - sono stati proclamati i vincitori dell'ottava edizione del Premio Trasporti & Cultura, la cui giuria era quest'anno presieduta dal prof. Aldo Aymonino.

Ing. Alberto Maria Sartori

*Presidente del Collegio degli Ingegneri e degli
Architetti della Provincia di Verona*

Introduzione ai temi del convegno

Quand'ero ragazzo un mio zio, saggio per l'età, sosteneva che gli uomini non imparano nulla dall'esperienza. In caso contrario, per sua opinione, ciascuno di noi "piglierebbe" il raffreddore una volta sola nella vita.

Mi è venuto in mente questo aforisma ripensando ai temi del Convegno odierno, promosso dalla rivista "Trasporti & Cultura" e dal Collegio degli Ingegneri e degli

Architetti, in particolar modo rivedendo alcune significative immagini che ripropongo.

Se visioniamo i danni riscontrabili a Messina dopo il sisma del 1783, troviamo drammatica conferma nelle fotografie scattate nel 1908 nell'identico sito. Si può chiudere la serie con le riprese delle esequie delle vittime provocate dall'alluvione del 2009. In una stringata sequen-

Fig. 1 - Messina dopo il sisma del 1783



Fig. 2 - Messina dopo il sisma del 1908





Fig. 3 - Messina, esequie delle vittime dell'alluvione

za, ci sono poche immagini e molte sofferenze, tutte riconducibili alla presenza dell'uomo in siti e condizioni assolutamente inopportuni. Concettualmente con ciò stride molto il dolore esibito durante le esequie, che lascia emergere un lato profondamente pagano della nostra spiritualità, quasi che i morti fossero vittime di un Moloch immanente ed inevitabile, il quale viene placato con offerte umane. Uno che se ne intendeva, come Gesù Cristo, bene si esprime (Luca 13, 1-5) ricordando come le diciotto persone che perirono per il crollo della Torre di Siloe dovevano vedere attribuita la colpa dell'accaduto non già ai peccati commessi, quanto all'imperizia dei costruttori.

Andiamo a leggere anche in positivo.

Oltre agli ovvi aiuti, nel 1783 Ferdinando IV inviò nelle zone terremotate la Reale Accademia delle Scienze, che operò un attento ed importantissimo rilievo degli

Fig. 4 - Geografi all'opera

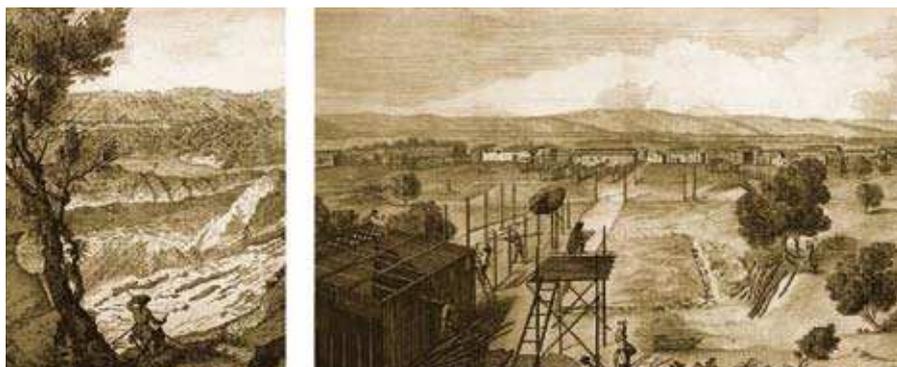


Fig. 5 - Verona dopo l'alluvione 1882

eventi, ancor oggi all'attenzione degli specialisti.

Curiose le immagini dei geografi all'opera e della ricostruzione di Polistena, esempio di intervento pianificato di edilizia ed urbanistica dell'emergenza.

Passando a situazioni geograficamente più prossime, può essere interessante operare un paio di riflessioni sulla famosa alluvione di Verona, del 1882. Di essa rimangono immagini e testimonianze. Fra tutto cito quella dell'avv. Canella, buon poeta vernacolo, con la sua bella poesia "La vecia della Binastrova" ove le quartine sono scandite dal ritornello: "Ci n'ha salvadi? Je stà i soldati!".

In uno scenario di Apocalisse, con 2.550 case coinvolte sulle 4.500 presenti nella Verona d'allora, l'immediato, ordinatissimo e competente intervento del Corpo

d'Armata comandato dal Gen. Pianelli riuscì a limitare i danni in vite umane e risultò fondamentale nello sgombero di macerie e fango, permettendo un rapido ritorno alla normalità.

Il Generale stesso fece rapporto al Ministero sostenendo la necessità dell'impiego dell'esercito in campo civile.

Ulteriore riflessione è rappresentata dal rapido intervento (dobbiamo dire risolutivo) effettuato all'indomani della catastrofe con la costruzione dei "muraglioni". Se è vero che suscitavano più di un mugugno, essi valsero la salvezza della città durante l'alluvione del 1966. Ricordo personalmente Trento, con i segni del fango sulle facciate delle case, a due metri d'altezza, mentre Verona risultò pressoché incolume, pur calcolandosi che la massa d'acqua del 1966 fu maggiore di quella transitata ottant'anni prima.

Come pensiero finale ai temi del Convegno cito, da ultimo, il "Piano Provinciale di Protezione Civile" varato dalla Prefettura nel 1982 (per puro caso nel centenario dell'alluvione). Ne ho un ricordo molto vivo per il personale, se pur minimo, contribuito. Oggi l'approccio ai temi è certamente mutato, ma vale l'occasione per sottolineare un momento di razionale progettualità anche su queste tematiche.

□



Una parte di quanto esposto nell'intervento dell'ing. Marini è già stato riportato alle pagine 17-20 del numero 3-2009 del Notiziario, dedicato al terremoto in Abruzzo. Ci è parso comunque opportuno inserire qui qualche sua riflessione, stimolata da alcune foto scattate nei luoghi del sisma.

Dalle immagini che seguono risulta una testimonianza della sapienza costruttiva abruzzese, spesso basata sull'utilizzo di materiali "poveri", caratterizzata dalla ricerca, stimolata dagli eventi passati, tesa ad un miglioramento del comportamento dei fabbricati in condizioni sismiche. Impietoso è il confronto con alcuni edifici moderni, dove l'approssimazione nell'impiego della tecnologia ha manifestato i suoi limiti.

Testimonianza

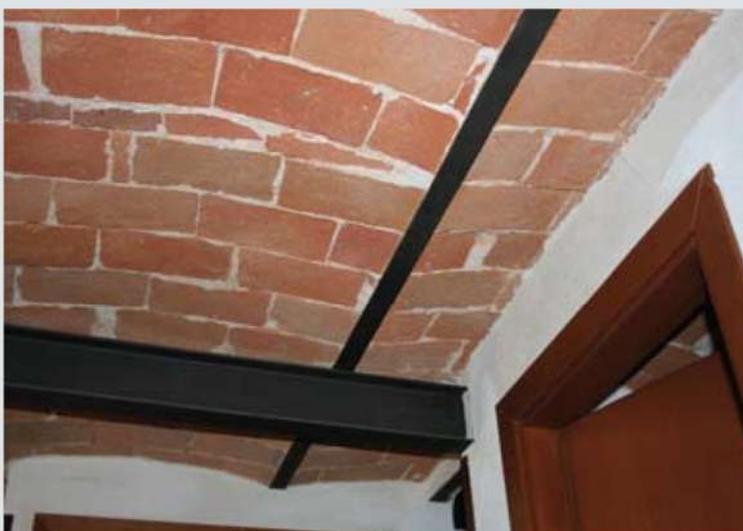
“Sapienza costruttiva nell’edilizia residenziale storica in Abruzzo”

Gianni Marini, Ingegnere in Verona

Una foto dalla piazza del mercato di Celano, grosso borgo posto a circa 50 km a Sud de L'Aquila, presso il lago di Avezzano. Si vede qual è la caratteristica del territorio abruzzese: montagne, radi boschi costituiti più da cespugli che da alberi veri e propri, rare e limitate le zone coltivabili, tanti e tanti sassi. Un territorio povero, che per secoli ha richiesto grandi sforzi alle popolazioni, anche solo per ricavare il cibo quotidiano. In questo contesto, il materiale da costruzione era essenzialmente uno solo: i sassi. Sassi cotti per ricavarne calce (da usare con parsimonia, perché per produrla serviva carbone di legna, e la legna era preziosa), sassi macinati per sostituire la sabbia, sassi per le murature perimetrali ed interne portanti, inoltre qualche tronco contorto (castagno, rovere) per l'orditura principale del tetto.



Per realizzare gli orizzontamenti, i costruttori tradizionali hanno messo a punto essenzialmente una tecnica principale, coniugata in tre modalità applicative simili tra loro nel funzionamento standard e sotto sisma: voltine in laterizio sostenute da profili in ferro, come illustrato nella foto, tavelloni in laterizio portati da profili in ferro, o, infine, volte (a botte od a vela) sempre costituite da elementi in laterizio di limitato spessore (3 - 4 centimetri) impostate sui muri perimetrali. Le voltine in laterizio sostenute da profili in ferro vengono ancor oggi chiamate “binari” poiché in origine vennero utilizzate rotaie ferroviarie dismesse (lo scartamento dei treni nello Stato della Chiesa era diverso da quello adottato in Piemonte).





Le volte a botte o a vela sono state spesso recuperate e portate in vista, anche se nella tradizione venivano intonacate, e rivelano una lavorazione accurata e sapiente, tesa al massimo risparmio di materiale. Il solaio risultante era leggero, adattabile ad eventuali irregolarità o fuori squadra della pianta, confortevole sia dal punto di vista acustico, sia dal punto di vista termico. Non era un solaio rigido nel proprio piano, come oggi tendiamo sempre ad ottenere, ma andava bene così perché le murature portanti in pietrame di grosso spessore avrebbero mal sopportato la presenza di elementi rigidi in caso di sisma.



In questa sezione creatasi naturalmente a seguito del sisma si può notare come la volta in laterizio fosse decisamente ribassata, priva di tiranti, di spessore limitato, ben impostata sulle murature laterali, con rinfianchi limitati e realizzati con materiale di scarto (calcinacci, ghiaia, terra); il sovrastante pavimento era in mattoni, posati direttamente sul materiale di rinfianco. Negli edifici che abbiamo visitato abbiamo trovato sino a quattro livelli sovrapposti realizzati con volte di questo tipo.



Quali espedienti sono stati messi in opera per vincere le spinte orizzontali di solai a volta come quelli illustrati, e per ottenere un buon comportamento sismico dell'edificio (non si deve dimenticare che nel 1918 la zona di Avezzano fu colpita da un sisma che causò oltre 30 mila morti)? Essenzialmente due: la costruzione di edifici a schiera (tipologia del resto già presente nella tradizione locale), così da bilanciare le spinte sui muri divisorii comuni, e la posa in opera di tiranti in acciaio. Come si vede nella foto, i tiranti sono stati rispettati e mantenuti anche in caso di ristrutturazione o sostituzione dei solai, eredità della saggezza costruttiva dei padri.





L'efficacia dei tiranti nel contrastare il crollo degli edifici, che in fondo è la cosa che più conta per salvare vite umane, è testimoniata da questo edificio sito nella Piazza del Duomo de L'Aquila, al centro della zona "rossa": pur danneggiato, l'edificio ha retto alla scossa principale ed alle scosse di assestamento successive senza causare vittime. I tiranti in acciaio "dolce" e di generosa sezione (diametri di 30 - 40 mm), hanno infatti la caratteristica di essere "passivi" (quindi a riposo non generano sollecitazioni nella muratura), molto deformabili (quindi in grado di seguire le oscillazioni dell'edificio durante il sisma), pur rimanendo sostanzialmente in campo elastico (quindi richiamando a fine scossa le murature al loro assetto originario), di massa ridottissima (quindi senza aggravamenti sulle sollecitazioni indotte dal sisma) e posizionati con intelligenza nei punti più delicati (ad esempio in corrispondenza dell'appoggio di capriate della copertura).



Il contrasto con edifici "moderni" è impietoso. La foto si riferisce ad un edificio sito anch'esso a L'Aquila, nell'immediata periferia (a meno di due chilometri in linea d'aria dall'edificio della foto precedente), realizzato con struttura in cemento armato a pilastri e travi nei primi Anni Settanta. La mediocre qualità del calcestruzzo, unita al completo disinteresse per il dettaglio esecutivo, hanno fatto sì che l'edificio si sia gravemente danneggiato, e che il crollo sia stato evitato solo dalla presenza dei tamponamenti: in ogni caso l'edificio è da abbattere, non è in alcun modo riparabile.



Anche questo edificio, posto a poche decine di metri da quello della foto precedente, ha avuto gli stessi problemi, aggravati dal fatto che il piano terra non era tamponato; si è creato, quindi, il cosiddetto "piano soffice" e l'edificio, integro nella sua porzione superiore, si è abbassato di un piano. Conseguenze: edificio comunque da demolire, e possibilità di vittime rimaste intrappolate tra le strutture del piano terreno. In conclusione, hanno retto meglio il sisma gli edifici storici in muratura con tiranti metallici rispetto agli edifici moderni a telaio in cemento armato, e questo perché la tecnologia tradizionale era stata affinata dai precedenti terremoti e dalla scarsità di risorse disponibili, mentre la tecnologia moderna, applicata in maniera approssimativa, ha evidenziato i suoi limiti.

Studi e ricerche recenti sui disastri prodotti da eventi sismici e tsunami

Oriana Giovinazzi, Dottore di Ricerca in Pianificazione Territoriale e Politiche Pubbliche per il Territorio, Università IUAV di Venezia

I disastri naturali con effetti devastanti sugli insediamenti umani hanno registrato una forte crescita; la loro frequenza è aumentata notevolmente nell'ultimo decennio, raggiungendo una media di 400 catastrofi l'anno dal 2000 al 2008 (IFRC, 2009). In questo arco temporale sono stati colpiti da calamità naturali 4 miliardi circa di persone, con un incremento del 60% rispetto alle due decadi precedenti; la perdita economica ammonta ad una media di 65 miliardi di \$ l'anno (EM-DAT, CRED, University of Louvain, Belgio). Gli impatti sono generalmente esacerbati da una serie di processi dinamici, tra cui la crescita demografica, il cambiamento climatico, il degrado ambientale, l'incremento della vulnerabilità del territorio, una pessima pianificazione, mentre complessi fattori sociali, economici ed ambientali esercitano un'influenza sull'esposizione a tali eventi e sulla capacità di risposta sul recupero e/o adattamento agli stessi da parte dei soggetti interessati.

Una diminuzione complessiva del rischio può essere raggiunta intervenendo con politiche ed azioni ad hoc, in particolare sugli insediamenti urbani densamente popolati e, quindi, maggiormente soggetti ai rischi naturali, riducendo anche uno solo dei tre fattori: "pericolo", "vulnerabilità" ed "esposizione". Con questa finalità la pianificazione dovrebbe essere integrata con le diverse discipline dell'ingegneria e con il sapere locale, dovrebbe adottare strategie di prevenzione e di mitigazione, nonché

approcci finalizzati a rendere maggiormente "resilienti" al rischio gli insediamenti urbani e le infrastrutture. La pianificazione urbana, le conoscenze dell'ingegneria e le soluzioni architettoniche, insieme alla governance del rischio, possono supportare l'integrazione delle diverse azioni sul territorio, disciplinando da un lato le trasformazioni e l'uso del suolo, ed operando dall'altro per ridurre le criticità pregresse e gli impatti potenziali, per valorizzare le potenzialità di un contesto, per incrementare la qualità dell'ambiente naturale ed antropico.

In questo quadro la valutazione della vulnerabilità e l'adeguamento sismico delle strutture, come la previsione ed il controllo degli tsunami, acquistano un ruolo determinante; la ricerca sulla modellazione strutturale, sulla tutela e sul recupero del patrimonio architettonico, sull'attenuazione del rischio di eventi calamitosi può fornire un valido contributo.

Il riferimento a studi teorico-disciplinari, alla sperimentazione presso centri universitari e di ricerca specializzati, l'individuazione di alcuni casi-studio e di processi di ricostruzione in atto su territori colpiti di recente da disastri naturali permettono di disporre di un framework di esperienze che si sono rivelate di assoluto interesse a livello internazionale, proprio a partire dalle proposte e dalle soluzioni avanzate, dal livello di qualità e di sostenibilità raggiunto. A questo scopo vengono presentati sistemi, strumenti e tecniche già adottati od in

fase di elaborazione in contesti territoriali che hanno sperimentato gli effetti di eventi disastrosi ed elaborato una risposta agli stessi, insieme ad esperienze diversificate (per collocazione geografica, morfologia, situazione economica, tipologia di evento subito, soluzioni elaborate,...) orientate a promuovere non solo la riduzione delle vulnerabilità e dei rischi sul territorio, ma anche lo sviluppo sostenibile, con la finalità di creare preziose "opportunità" per i sistemi e le comunità colpite da eventi estremi.

Le conoscenze nelle specifiche aree disciplinari possono essere applicate sul territorio e costituire, nel loro insieme, un riferimento unitario capace di conciliare le diverse esigenze delle comunità - in termini di utilizzo dello spazio e delle risorse, di tutela degli ecosistemi, del patrimonio e dell'identità locale - con quelle dello sviluppo urbano, dell'innovazione, della crescita e della competitività economica, nonché con la valorizzazione delle potenzialità e delle risorse del territorio.

I risultati degli studi e delle ricerche più recenti in materia di terremoti e tsunami sono prevalentemente finalizzati alla prevenzione ed alla mitigazione degli effetti dei disastri in termini di riduzione di perdite di vite umane e di danni materiali, all'applicazione di conoscenze, tecniche ed innovazioni nei diversi settori disciplinari per interventi di recupero e/o di ricostruzione pre e post-disastro in grado di incrementare la "resilienza" dei tessuti urbani, dei sistemi ambientali e socio-economici.

Fig. 1 - Le coste dell'Indonesia dopo lo tsunami del 2004
(fonte: Dipartimento della Protezione Civile)



Fig. 2 - Centro storico de L'Aquila dopo il terremoto del 2009
(fonte: Dipartimento della Protezione Civile)





Fig. 3 - La baia di Wellington attraversata dalla faglia che dallo stretto di Cook raggiunge la Hutt Valley

Valutazione del rischio e della vulnerabilità sismica dei siti

Le ricerche effettuate nel campo dell'ingegneria geotecnica, relative alla vulnerabilità del territorio ed agli effetti prodotti dagli eventi naturali su siti specifici, si sono dimostrate in numerose esperienze determinanti.

Alcuni studi hanno rilevato la presenza di depositi di argilla nel Canada orientale, che potrebbero rendere la zona soggetta a comportamenti molto simili a quelli osservati in seguito al terremoto del 1985 a Città del Messico. Il terremoto Saguenay, che ha colpito nel 1988 la zona orientale del Canada, ha provocato una serie di danni dal punto di vista geotecnico. Con l'obiettivo di rendere noti gli effetti prodotti sul sito, sono stati presentati i risultati delle analisi relative ai danni subiti dagli edifici, calcolati in base a rapporti tra movimenti del suolo, tipologia del terreno e tipo di danno registrato. La maggior parte dei danni sono da attribuire proprio alla consistenza del terreno, ed in particolare alla presenza di elevate quantità di materiale argilloso; questi dati sono emersi dal confronto tra l'amplificazione del moto registrata sul terreno roccioso presente in prossimità dell'epicentro e quella che ha interessato i depositi di argilla presenti a distanze superiori ai 300 km. In questo caso l'accelerazione misurata sulla superficie del suolo è risultata di gran lunga superiore, in rapporto alla distanza, rispetto a quella relativa al terreno roccioso.

Il GNS Science - Istituto di Ricerca e Consulenza Governativo Neozelandese - ha avviato un importante progetto di ricerca, denominato "It's Our Fault" (2006-2013), finalizzato all'acquisizione di nuove conoscenze relative alla faglia di Wellington ed all'analisi della vulnerabilità in una regione ad elevato rischio sismico. L'obiettivo è incrementare, con la collaborazione di diverse organizzazioni del settore pubblico e privato (Victoria University of Wellington, Uni-

versity of Canterbury, Niwa,...) la capacità di stima e di risposta ai terremoti e, quindi, la "resilienza" della comunità. Accanto a quattro grandi faglie attive, la regione è infatti, attraversata da un certo numero di faglie secondarie - tra cui la faglia di Wairarapa che nel 1855 ha provocato uno degli eventi sismici di maggiore intensità (magnitudo 8.2 della scala Richter) - tutte in grado di produrre terremoti con conseguenze dannose. In particolare la faglia di Wellington, che si estende dallo stretto di Cook passando per Karori e Wellington City fino a raggiungere la Hutt Valley nella Tararua Mountain Range, attraversa importanti infrastrutture, tra le quali il terminal dei traghetti, l'autostrada, la linea ferroviaria, numerosi ponti, le linee telefoniche e le reti per la fornitura di acqua ed elettricità, che potrebbero perdere la loro funzionalità a seguito di un evento sismico. Il progetto, avvalendosi di innovative tecniche di indagine geologica e di sofisticati sistemi di modellazione, segue quattro linee principali di ricerca: le stime del rischio e della frequenza degli eventi sismici, della magnitudo attesa per terremoti di grande entità, degli effetti fisici, dell'impatto sociale ed economico che l'occorrenza di tali eventi potrebbe causare nella regione. Le informazioni acquisite attraverso il progetto potranno essere rapidamente applicate ed utilizzate nei campi dell'ingegneria civile, della pianificazione, della progettazione delle infrastrutture, della gestione delle emergenze e del settore assicurativo, consentendo, inoltre, il

conseguimento di importanti risultati nel campo della ricerca geologica non solo in Nuova Zelanda.

Pianificazione, azioni di prevenzione e di mitigazione

Le azioni di prevenzione e di mitigazione del rischio sono affidate per lo più alle istituzioni pubbliche - stato, regioni, enti locali - che hanno il compito di predisporre normative, piani di emergenza e di intervento, strumenti di comunicazione,...

Per migliorare i risultati in questo senso occorre adottare sistemi e processi sempre più efficaci ed efficienti per quanto riguarda: la valutazione della vulnerabilità e del rischio, le misure per la riduzione e la mitigazione, l'incremento della consapevolezza da parte della popolazione e dei vari soggetti coinvolti.

A livello scientifico hanno avuto un notevole sviluppo negli ultimi anni indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica - la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo - applicabili ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica. Diversi studi condotti in passato sulle registrazioni accelerometriche hanno dimostrato come nell'ambito della stessa città, a poche centinaia di metri di distanza, lo stesso terremoto possa provocare scuotimenti decisamente differenti in dipendenza degli spessori e delle caratteristiche dei terreni presenti negli strati più superficiali, mentre i modelli strutturali degli edifici hanno mostrato come gli stessi risentano di forze sismiche molto diverse, sia in termini di risultante globale, sia in termini di contenuto in frequenza, spiegando, in tal modo, alcune evidenti differenze in termini di danno riscontrate in strutture simili su terreni diversi. Le caratteristiche locali del territorio possono, pertanto, alterare in maniera evidente l'azione sismica, come è emerso anche in Italia dopo il terremoto che ha colpito l'Umbria e le Marche nel

1997, dove sono stati evidenziati livelli di danneggiamento estremamente differenti per edifici simili dal punto di vista strutturale, ma situati anche a poche centinaia di metri di distanza. In Italia, a partire dal 2006, Regioni e Province hanno avviato le prime sperimentazioni e costituito gruppi di lavoro, composti da tecnici ed esperti del Dipartimento della Protezione Civile, per definire indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica. Sono state, inoltre, introdotte nel 2008 le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC-08) che, non solo definiscono la sismicità dell'intero territorio nazionale, evidenziandone la variabilità sia geografica che temporale, ma manifestano una sistematica attenzione alla struttura come agli elementi non strutturali ed agli impianti, con lo scopo di minimizzare il rischio sismico e di assicurare le adeguate prestazioni sismiche necessarie all'operatività delle costruzioni ed alla sicurezza degli occupanti.

Il rischio sismico per le infrastrutture

Particolare rilevanza è attribuita agli studi sul rischio sismico dei sistemi infrastrutturali. Sono numerose le infrastrutture, in particolare i ponti, realizzate con criteri antisismici od oggetto nel tempo di interventi di adeguamento (retrofit) finalizzati a ridurre la vulnerabilità.

Situato nell'area ad alta sismicità di Seattle-Tacoma dello Stato di Washington, il New Tacoma Narrows Suspension Bridge è stato realizzato parallelamente al ponte

sospeso esistente inaugurato nel 1950. Il nuovo ponte, aperto al traffico il 16 luglio 2007, è un'opera dell'ingegneria e della progettazione antisismica, realizzata in soli 55 mesi preservando valori storici ed estetici, ma rispondendo alle nuove esigenze della comunità legate all'incremento della popolazione nella penisola Kitsap. La progettazione prevede, infatti, un eventuale ampliamento in futuro per ospitare la metropolitana e nuove corsie autostradali.

La necessità di ripristinare nel breve periodo una connessione estremamente importante ha portato a ridurre notevolmente i tempi di costruzione di un'altra infrastruttura, il Minneapolis I-35W Bridge, costruito sul fiume Mississippi nel 1967 a seguito del crollo del 1° agosto 2007. Il nuovo ponte, realizzato in calcestruzzo armato post-teso e costituito da quattro distinte strutture che poggiano su otto eleganti pilastri, rende omaggio alla versatilità ed alla durata dei materiali da costruzione in calcestruzzo, garantendo elevate prestazioni ed avendo un design esteticamente gradevole.

Tra le "meraviglie" dell'ingegneria applicata alla costruzione di ponti - sia per il progetto strutturale che per l'estetica - il Golden Gate Bridge, sullo stretto che collega l'Oceano Pacifico con la Baia di San Francisco (USA), è uno dei maggiori ponti sospesi del mondo. Aperto al traffico nel 1937, è attraversato da circa 40 milioni di veicoli ogni anno ed è diventato un landmark della città di San Francisco. Con la finalità di incrementare la sua resistenza ad eventuali eventi sismici, il Golden

Gate Bridge Highway and Transportation District - agenzia pubblica che gestisce la Bridge Engineering - ha intrapreso uno studio per verificarne la vulnerabilità.

Ad occuparsi delle verifiche relative alla progettazione antisismica del Ponte Vasco da Gama sul fiume Tago, nei pressi di Lisbona, è stata la Hyder Consulting, una delle società di consulenza leader in questo settore nel Regno Unito. Il ponte sospeso attraversa il canale navigabile per 18 km, appoggiandosi su ampi depositi alluvionali, ed è stato progettato in modo da garantire un minimo danno in caso di un eventuale evento sismico. Per calcolare la risposta sia delle fondazioni che delle sovrastrutture sono stati utilizzati modelli di analisi statica e di risposta spettrale.

Gli interventi per incrementare la risposta sismica del Richmond-San Rafael Bridge (1956) nella Baia di San Francisco in California sono stati completati nel 2005 con la finalità di rafforzare alcune strutture, di installare massicci ammortizzatori e sostituire la sezione bassa del traliccio sul versante del Marin County. I lavori sono stati realizzati garantendo l'apertura al traffico della struttura a due campate durante i quattro anni di cantiere.

Un problema complesso e diffuso a livello internazionale quello della vulnerabilità delle infrastrutture, che ha portato, nell'area centrale dell'Iran, a valutare il rischio sismico del sistema ferroviario di Esfahan, in particolare quello relativo ai ponti, in una regione in cui questa modalità di trasporto assume una particolare im-

Fig. 4 - Il Golden Gate Bridge nella Baia di San Francisco



Fig. 5 - Il Ponte Vasco de Gama sul fiume Tago a Lisbona





Fig. 6 - L'Antalya Airport International

portanza, e dove, pertanto, è fondamentale garantirne il funzionamento anche a seguito di un evento disastroso.

Interessante, senza dubbio, è il caso del Terminal Building dell'Antalya Airport International, realizzato quando l'area di cantiere era ancora riconosciuta come "zona a bassa intensità sismica"; solo successivamente la zona è stata dichiarata ad elevato rischio sismico e le prestazioni strutturali dell'edificio sono risultate pertanto insufficienti in termini di vulnerabilità ad un evento disastroso. È stato richiesto, quindi, un rapido intervento di retrofit della struttura, in modo da garantire l'incremento di tali prestazioni, senza tuttavia costringere il terminal alla chiusura per diversi mesi. La soluzione adottata è stata l'isolamento sismico del complesso, attraverso "isolatori" e "blocchi" attentamente messi a punto mediante un modello matematico della struttura ed un software di analisi strutturale.

La Turchia è, invece, impegnata in un va-

sto progetto infrastrutturale, il Marmaray Project di Istanbul, che prevede la completa riqualificazione del sistema ferroviario e la costruzione di un tunnel per connettere l'Europa e l'Asia nelle acque dello stretto del Bosforo. Tra gli interventi previsti figurano tre terminal per la nuova metropolitana, trentasette stazioni di superficie oggetto di interventi di ammodernamento e di riqualificazione, la centrale operativa del

sistema, il potenziamento delle linee esistenti e l'acquisto di veicoli innovativi. La città, con il suo porto naturale affacciato sulla riva europea, è situata a 20 km dalla faglia sismica dell'Anatolia settentrionale e potrebbe essere interessata in futuro da un terremoto di notevoli proporzioni; questo aspetto non è stato sottovalutato: sono state eseguite, infatti, diverse indagini geologiche, geofisiche ed idrografiche propedeutiche alla progettazione ed alla costruzione delle diverse strutture, in particolare delle gallerie. L'elevata probabilità ed intensità di un possibile evento sismico ha portato a verificare i requisiti di prestazione che le strutture devono possedere, in modo da rendere possibile l'osservazione, la manutenzione/riparazione ed il mantenimento della funzionalità durante l'evento, facendo sì che gli elementi del tunnel ed i meccanismi degli stessi conservino la loro tenuta all'acqua, e, infine, garantendo l'operatività dell'impianto dopo il terremoto.

I sistemi costruttivi e la valutazione di resilienza al terremoto

La scarsa consapevolezza della sismicità del territorio e, di conseguenza, la scarsa rispondenza della zonazione sismica e della progettazione all'effettiva vulnerabilità dei siti sono tra le cause principali dei gravi impatti prodotti dai movimenti tellurici. Alle scelte morfologiche e strutturali inadeguate per zone caratterizzate da elevata pericolosità si aggiungono, spesso, normative di complessa applicazione, dettagli strutturali insufficienti, modesta qualità dei materiali costruttivi utilizzati...

In particolare, tra i fattori che contribuiscono a ridurre la resistenza degli edifici figurano la mancanza di flessibilità delle strutture, gli errori di calcolo sui carichi, l'utilizzo di sistemi ibridi...

Accanto ai gravi danni alle strutture portanti (travi e pilastri), spesso le operazioni di progressivo adeguamento degli impianti termici ed elettrici producono danni agli elementi non strutturali (tamponature, tramezzi, finiture). Proprio a causa di tali carenze, numerosi edifici in muratura e calcestruzzo sono crollati o sono stati gravemente compromessi dal punto di vista strutturale a causa di eventi sismici, come è accaduto con il Sichuan Earthquake in Cina (80 km ad Ovest di Chengdu nel Sichuan - Wenchuan, e 1.550 km a Sud-Ovest di Pechino) che il 12 maggio 2008 ha fatto registrare una magnitudo 8,0 e ha provocato ingenti danni in termini di numeri e di costi. Si tratta di danni comunemente osservati in molte parti del mondo a segui-

Fig. 7 - Uno dei cantieri per la realizzazione del tunnel sotto lo stretto del Bosforo



Fig. 8 - Uno dei cantieri per la realizzazione del tunnel sotto lo stretto del Bosforo



to degli ultimi eventi. Diverse metodologie, che utilizzano strumenti analitici, dati sperimentali, conoscenze disponibili, proposte innovative, sono state sviluppate recentemente o sono ancora oggetto di studio con l'obiettivo di rafforzare ed incrementare la "resilienza" delle infrastrutture e degli edifici, in modo da proteggere le componenti più vulnerabili.

Il Governo della Turchia e l'International Bank for Reconstruction and Development (World Bank) hanno stipulato, di recente, un accordo per l'attuazione dell'Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP), con la finalità di migliorare la risposta della città di Istanbul ad un potenziale terremoto. Il progetto sostiene, in particolare, un programma di valutazione del rischio per i beni culturali e di assistenza tecnica per affrontare nello specifico il problema della vulnerabilità degli edifici (170 circa) con valore storico-architettonico. A partire dallo scenario "limite" di un terremoto è possibile valutare gli effetti prodotti sul sito al patrimonio locale mediante studi probabilistici e deterministici supportati dall'utilizzo di un database GIS. Nell'ambito del progetto ISMEP è stato costituito inoltre un comitato, composto da tecnici locali e da alcuni ingegneri strutturali, che collaborano per valutare la prestazione sismica di edifici strategici, scuole e complessi ospedalieri nella città di Istanbul, per avanzare eventuali soluzioni volte a ridurre la vulnerabilità e per definire una serie di requisiti necessari a garantire una progettazione antisismica di qualità per tali strutture nel prossimo futuro.

Fig. 9 - I danni strutturali provocati dal terremoto del 2008 nel Sichuan (Cina)



I paesi all'avanguardia nell'applicazione di moderne tecnologie antisismiche

Una particolare attenzione è riservata a livello internazionale all'applicazione di sistemi costruttivi e di moderne tecnologie antisismiche.

Dopo il terremoto di Hyogo-ken Nanbu del 1995, il Giappone, grazie alla disponibilità di una specifica normativa a partire dal 2000 ed alla liberalizzazione dell'uso dell'isolamento nel 2001, ha progressivamente consolidato la sua leadership a livello mondiale tra i Paesi all'avanguardia in questo settore, con oltre 5.000 edifici isolati, 2.700 protetti con sistemi dissipativi. La tendenza ad isolare i grattacieli come i piccoli edifici privati è stata affiancata, di recente, dall'utilizzazione di sistemi d'isolamento tridirezionali (3D) e da importanti applicazioni dell'isolamento sismico nel settore industriale (in particolare per proteggere fabbriche "sensibili" e strutture nucleari), come per la salvaguardia del patrimonio culturale.

Per numero di applicazioni delle moderne tecnologie antisismiche la Repubblica Popolare Cinese segue il Giappone, con numerosi ponti, viadotti, edifici isolati (650) e decine di strutture protette da sistemi dissipativi. È prevedibile, nel prossimo futuro, una più rapida ed estesa utilizzazione di moderni dispositivi antisismici che hanno dato prova di ottimo comportamento durante il terremoto di Wenchuan del 12 maggio 2008 (tra le realizzazioni sono da segnalare i 50 edifici isolati del nuovo centro residenziale di Pechino).

La Federazione Russa, dove le nuove applicazioni di tecnologie antisismiche procedono con una certa lentezza da diversi anni, conta attualmente circa 600 edifici isolati, ed interessanti realizzazioni recenti o progetti in corso sia per l'adeguamento sismico (retrofit) di edifici monumentali che per la realizzazione di grattacieli di nuova costruzione. L'utilizzo di sistemi d'isolamento "di tipo occidentale", nettamente più affidabili degli isolatori in cemento armato utilizzati fino a qualche anno fa nella

maggior parte dei Paesi dell'ex-URSS, ha fatto registrare notevoli progressi.

Anche negli Stati Uniti d'America l'uso dei moderni sistemi antisismici e di dissipazione di energia per le infrastrutture (600-650 applicazioni sparse nel Paese) cresce progressivamente; tuttavia il numero di applicazioni per quanto riguarda gli edifici resta limitato (100-200), sebbene siano stati attuati importanti interventi di retrofit, in particolare per strutture strategiche e pubbliche.

Per quanto riguarda gli altri Paesi, l'impiego di sistemi e dispositivi antisismici è in forte espansione: da Taiwan, dove a metà del 2007 risultavano già completati o in costruzione 29 edifici e 20 ponti isolati, all'Armenia, che, pur essendo un Paese a ridotta densità abitativa ed in via di sviluppo, conta già 32 edifici isolati con dispositivi di produzione nazionale, sia di nuova costruzione che esistenti; dalla Nuova Zelanda, patria dei dispositivi d'isolamento e dissipazione che utilizzano la tecnologia del piombo, dove sono già stati protetti con moderni sistemi antisismici più di 30 edifici, oltre a numerosi ponti e viadotti, al Messico, dove sono stati realizzati 7 edifici isolati con dispositivi a rotolamento di produzione nazionale e sono 25 gli edifici protetti con dissipatori.

Importanti realizzazioni si possono osservare nella Corea del Sud, in Canada, Cile, Indonesia e Macedonia, in misura minore interessano da alcuni anni anche Turchia, Grecia, Portogallo, Venezuela e Cipro e, più recentemente, anche Argentina, Israele, India, Romania ed Iran.

Progetti realizzati e strutture antisismiche in fase di costruzione

Particolare attenzione è dedicata, anche in Italia, all'isolamento sismico di nuovi ospedali, scuole ed edifici rilevanti per la Protezione Civile. Vi è stato un incremento significativo del numero di edifici protetti da moderni sistemi e nuove tecnologie introdotti negli ultimi anni (con i primi retrofit) e, soprattutto, un aumento di nuove realizzazioni in costruzione o in progetto. Tra questi va segnalata la Scuola Elementare

tare Francesco Jovine di San Giuliano di Puglia, crollata durante il terremoto del Molise il 31 ottobre 2002 e ricostruita, insieme al Centro Professionale ed Universitario "Le Tre Torri", su una piastra isolata sismicamente, utilizzando 61 isolatori in gomma naturale ad alto smorzamento e 12 isolatori a scorrimento acciaio-teflon. Più recente è la progettazione di Complessi Antisismici Sostenibili Ecocompatibili (Progetto C.A.S.E.) e di Moduli Abitativi Provvisori (M.A.P.), avviata dal Governo Italiano - a seguito dell'evento sismico del 6 aprile 2009 che ha interessato la città de L'Aquila ed alcuni territori limitrofi - con il supporto della Protezione Civile e di alcuni esperti e docenti universitari per quanto riguarda gli aspetti tecnici e scientifici. La modalità di gestione del progetto è fortemente innovativa: è stato, infatti, costituito un consorzio no-profit, denominato "ForCASE", partecipato dalla fondazione Eucentre di Pavia (di competenza della Protezione Civile) e creato da quattro enti pubblici e da due imprese di costruzione che hanno accettato di operare senza fini di lucro. Simulazioni tridimensionali e calcoli preliminari hanno guidato la progettazione di queste abitazioni temporanee - caratterizzate da elevati livelli abitativi, tecnologici ed ambientali - destinate ad accogliere circa 3.000 abitanti e da realizzare in sei mesi, la cui sicurezza sismica è garantita da un sistema di isolamento a livello di "isolato urbano" (friction pendulum). Sono state gettate in tempi record 150 piastre isolate alla base di grandi dimensioni (20 m x 60 m), per un totale di 30 lotti, adatte a soste-

nere moduli di tre piani oltre al piano destinato a parcheggio (600 m² per piano). I nuovi insediamenti sono stati collocati in prossimità delle varie frazioni del Comune de L'Aquila che maggiormente hanno subito danni a causa dell'evento sismico, dopo verifiche geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche condotte sui siti scelti per la nuova edificazione, anche in rapporto alla presenza di sistemi infrastrutturali e di opere di urbanizzazione. La tipologia insediativa è piuttosto rada (circa 80 abitanti in 25/30 appartamenti per un totale di 12.000 abitanti insediabili), contraddistinta dalla presenza di ambiti destinati ai servizi (30% della superficie totale), di strade di penetrazione e di parcheggi, di spazi pubblici e di aree verdi. I 150 edifici (75 con struttura portante in legno, 45 in calcestruzzo e 30 in acciaio) - presi in carico dall'Amministrazione del Comune de L'Aquila che sarà responsabile della gestione e della manutenzione - entreranno a far parte del patrimonio comunale e potranno essere utilizzati in futuro per ospitare categorie di popolazione svantaggiate, ma soprattutto potranno costituire possibili residenze studentesche. Sono numerose nel contesto internazionale le "grandi architetture antisismiche", firmate da noti professionisti e tecnici. Il Museo Nazionale della Nuova Zelanda, il Te Papa Tongarewa di Wellington, situato nel cuore della città ed affacciato sul waterfront, è uno dei "prodigi" dell'ingegneria sismica, risultato di un concorso internazionale di progettazione vinto dallo studio Jasmax Architects (capogruppo Arch.

Ivan Mercep). L'edificio in 36.000 m² di superficie racchiude la storia e l'evoluzione dell'identità del Paese a partire dalla prima colonizzazione Maori. Aperta al pubblico nel 1998, la struttura è stata realizzata dalla Fletcher Construction su un terreno bonificato, adottando tecnologie innovative e sistemi costruttivi antisismici. L'isolamento alla base, ottenuto mediante l'impiego di 192 isolatori elastomerici - blocchi in gomma ed in acciaio laminato di grandi dimensioni contenenti un nucleo in piombo - ideati dallo scienziato neozelandese Prof. William Robinson ed attualmente utilizzati a livello internazionale in aree soggette ad eventi sismici, consente, in caso di terremoto, uno spostamento delle strutture di circa 50 cm in ogni direzione e rende l'edificio uno dei luoghi più sicuri della città di Wellington.

Progettazione antisismica e sostenibilità sono le scelte adottate per la California Academy of Sciences di San Francisco - progettata dallo studio Renzo Piano Building Workshop di Genova in collaborazione con Stantec Architecture di San Francisco - che si attesta come una delle istituzioni scientifiche e culturali più innovative e prestigiose a livello internazionale. Un approccio olistico alla progettazione, in particolare per la scelta attenta di sistemi costruttivi e soluzioni tecnologiche, l'utilizzo di materiali essenziali e lo sporadico impiego del colore, ha permesso di recuperare alcuni caratteri originali del sito integrandoli con nuove strutture. L'ubicazione delle costruzioni, l'uso efficiente delle risorse idriche, l'allestimento

Fig. 10 - Uno dei Complessi Antisismici Sostenibili ed Ecocompatibili (C.A.S.E.) realizzato a L'Aquila dopo il terremoto del 6 aprile 2009 (fonte Dipartimento della Protezione Civile - Eucentre)





Fig. 11 - Veduta aerea della California Academy of Sciences nel Golden Gate Park di San Francisco (fonte Renzo Piano Building Workshop, Ph. Tom Fox, SWA Group)

espositivo sono stati sviluppati parallelamente alla progettazione dell'edificio principale, restituendo un'opera, di 38.100 m² di superficie costruita, caratterizzata da uno spazio flessibile, che utilizza la luce e la ventilazione naturale.

Sistemi costruttivi innovativi ed ecosostenibili

Da una decina d'anni si stanno diffondendo sistemi costruttivi innovativi come lo X-Lam, applicato a nuovi edifici multipiano con struttura portante di pannelli massicci a base di legno, realizzati in modo da poter sopportare le azioni eccezionali dovute al sisma. L'Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree del Consiglio Nazionale delle Ricerche di San Michele all'Adige (Trento) ha portato a termine di recente un programma eccellente di prove su un edificio di ben sette piani. Il progetto di ricerca, denominato SOFIE (Sistema costruttivo FIEmme) - voluto e sostenuto finanziariamente dalla Provincia Autonoma di Trento, da sempre interessata alla valorizzazione tecnologica della risorsa forestale locale - si è concluso nell'autunno del 2007, quando 250 m³ di legno di abete rosso, proveniente dalle foreste della Val di Fiemme (certificate per la gestione sostenibile), sono stati convertiti da un'industria tedesca leader del settore in pannelli di X-Lam, uniti fra loro tramite connettori di acciaio e destinati a formare

le pareti, i solai e la copertura dell'edificio sperimentale. Tutto il materiale è stato quindi spedito via nave in Giappone, e precisamente a Miki - dove si trova il laboratorio del National Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) - per essere ricostruito sulla tavola vibrante più grande al mondo, in grado di eseguire alcune prove sismiche. Sotto il controllo del team di esperti italiani, l'edificio è stato sottoposto a sollecitazioni ripetute in sequenza per 15 volte, simulando i più intensi terremoti registrati negli ultimi decenni.

Il nuovo sistema costruttivo Press-Lam (lamellare precompresso) è stato invece brevettato di recente in Nuova Zelanda. Nato da una ricerca sui PRESS (PREcast Structural Seismic Systems) - svolta in particolare sugli edifici prefabbricati in cemento armato a cavi post-tesi - guidata dal Prof. Nigel Priestley dell'University of California of San Diego (UCSD), il sistema costruttivo è stato studiato e messo a punto dai Professori Stefano Pampanin, Andy Buchanan ed Alessandro Palermo presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Sismica dell'University of Canterbury, dove lo stesso sistema costruttivo studiato negli Stati Uniti d'America (prefabbricato in cemento armato a cavi post-tesi) è stato applicato al legno ed ovviamente perfezionato, superando in modo eccellente tutte le prove di laboratorio relative alle prestazioni strutturali ed alla resistenza al fuoco in caso di eventi sismici.

Il sistema Press-Lam, antisismico ed ecologico, ha ottenuto recentemente il brevetto internazionale, ed il consorzio di ricerca neozelandese STIC Limited (Structural Timber Innovation Company), compartecipato al 50% dal New Zealand Government, ha investito 10 milioni di dollari neo-zelandesi per l'ulteriore ricerca e lo sviluppo di questo sistema in Australia, Nuova Zelanda ed a livello internazionale. Gli studi comparativi condotti su due edifici identici, uno in cemento armato (realizzato con soluzioni tecniche tradizionali) e l'altro progettato in legno lamellare post-teso, hanno dimostrato che i costi di realizzazione sono equivalenti, se non inferiori, ma che dal punto di vista progettuale il sistema Press-Lam offre una maggiore flessibilità e soluzioni architettoniche senza dubbio di maggiore qualità dal punto di vista estetico e di ecocompatibilità (luce doppia per le campate, altezza maggiore tra i solai, peso minore, tempi di messa in opera ridotti...). Il primo edificio al mondo che utilizza questo sistema costruttivo è in fase di realizzazione in Nuova Zelanda e dovrebbe essere completato nel 2011. Si tratta di una struttura articolata su tre piani destinata ad ospitare la nuova School of Arts & Media del Nelson Marlborough Institute of Technology; è il risultato del con-

Fig. 12 - Prove sismiche per il progetto SOFIE nel laboratorio del NIED in Giappone (fonte IVALSA- CNR)





Fig. 13 - Prove di laboratorio sul sistema Press-Lam presso l'Università di Canterbury (Nuova Zelanda)

corso nazionale di progettazione "Timber Demonstration Project", promosso dal NMIT in collaborazione con il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (MAF), vinto dallo studio di architettura Irving Smith Jack Architects in collaborazione con l'Università di Canterbury (tramite lo spin-off Prestressed Timber Limited) e con lo studio di ingegneria Dunning Thornton Consulting.

Monitoraggio, sistemi di allerta e di difesa dagli tsunami

Di recente è cresciuta nel contesto internazionale l'attenzione per le aree potenzialmente soggette agli tsunami che, generando spostamenti di onda verticali e profondi, attraversano gli oceani e raggiungono le aree costiere, causando, in molti casi, la perdita di vite umane e di beni materiali. Il ripetersi dei fenomeni in diversi Paesi ha, infatti, messo in evidenza l'impatto catastrofico potenziale di questi eventi naturali, insieme alla mancanza di standard di progettazione per gli interventi strutturali. I fronti d'acqua rappresentano da tempo una grande opportunità di sviluppo per i territori urbani limitrofi e si sono rivelati un'occasione inestimabile per molte città a livello internazionale. Accanto alle grandi potenzialità offerte dai waterfront urbani occorre, tuttavia, considerare un altro aspetto: la grande vulnerabilità dei territori tra terra ed acqua, spesso soggetti a rischi e a scenari di disastro prodotti dalla natura e/o dall'uomo, con forti ripercussioni a livello spazio-structurale, funzionale, economico e sociale.

In questo quadro risulta fondamentale l'integrazione delle conoscenze e delle tecniche dell'ingegneria strutturale con gli studi nel campo dell'ingegneria idraulica, in particolare per l'attenuazione dell'impatto prodotto dalle onde su territori edificati.

In diversi contesti sono già ampiamente utilizzate fitte reti di monitoraggio dei movimenti tellurici, ad esempio il Taiwan Rapid Earthquake Information Release System (TREIRS), dotato di 82 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio, che possono rappresentare un grande vantaggio per lo sviluppo di sistemi di allarme che si integrino con diverse misure di emergenza. A Taiwan – piccola isola densamente popolata – l'attività di ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie supportate dalla collaborazione tra governo, università e soggetti privati hanno permesso di mettere a punto un sistema di avvertimento in grado di ridurre le potenziali perdite indotte dagli eventi naturali.

Il Canada, che possiede il litorale più lungo del mondo ed è soggetto al rischio tsunami, ha condotto una ricerca internazionale - Pacific Tsunami Early Warning System - grazie alla collaborazione di esperti provenienti dai diversi Paesi del Pacifico, che ha portato alla creazione di un sistema di allerta rapido di rischio tsunami del quale oggi beneficiano le regioni che si affacciano sull'Oceano. Gli studi canadesi hanno permesso, inoltre, di realizzare un modello numerico per studiare il potenziale di inondazione delle coste di Vancouver Island e, in particolare, dei centri urbani affacciati sull'acqua.

Gli esperimenti recenti, eseguiti in laboratori specializzati, si sono concentrati in particolare sui processi non lineari di uno tsunami, inteso come "onda solitaria", sull'osservazione della modalità di evoluzione delle onde, sul

fenomeno della rottura dell'onda, sull'integrazione con eventuali ostacoli...

Nel Nord America il Federal Emergency Management Agency Coastal Construction Manual (FEMA 55, 2003) ed il City and County of Honolulu Building Code (CCH, 2000) costituiscono due documenti di riferimento per la stima del pericolo legato agli tsunami e per le relative applicazioni strutturali. A partire dal loro utilizzo, la National Building of Canada ha dimostrato che le strutture interne degli edifici, in molti casi, possono essere protette dagli effetti di uno tsunami attraverso una corretta pianificazione del sito. Gli esiti raggiunti sono sostanzialmente il risultato di uno studio sperimentale condotto su vasta scala, all'interno di canali e bacini artificiali che riproducono modelli di litorali, marina e porti (Coastal Wave Basin, Large Area Basin...) nel Canadian Hydraulics Centre.

La generazione, la propagazione e l'evoluzione delle onde prodotte dagli tsunami possono essere simulati attraverso l'utilizzo di diversi modelli numerici e tecniche di analisi. Tuttavia tali processi si rivelano particolarmente complessi nel momento in cui l'onda interagisce con le spiagge, i sedimenti, le difese costiere e con gli edifici. L'Earthquake and People Interaction Centre (EPICENTRE) ha avviato una ricerca in collaborazione con l'University College London (UCL) e con HR Wallingford (HRW) con la finalità di studiare i problemi legati alla modellazione degli tsunami e degli impatti generati. Nell'ambito di questo progetto, HRW ha realizzato l'innovativo Tsu-

Fig. 14 - Lo Tsunami Wave Basin in un laboratorio dell'Oregon State University



nami Generator (generatore di tsunami), che consente di ottenere onde multiple e di garantire lunghezze d'onda realistiche. Il sistema è, infatti, in grado di riprodurre uno tsunami e di simulare, attraverso un modello numerico, la propagazione dell'onda da profondità elevate (200 m) a fondali più bassi (20-50 m). Il generatore, montato all'interno di un canale artificiale, permette di studiare le interazioni di uno tsunami con i processi costieri, gli effetti di inondazione e la forza d'onda a partire da alcune osservazioni su eventi reali, consentendo di valutare potenziali rischi e la vulnerabilità per insediamenti ed infrastrutture.

Linee guida per la pianificazione dei waterfront urbani dopo il disastro

Se il verificarsi di eventi calamitosi (uragani, tsunami, inondazioni...) lungo le coste è una realtà sempre più frequente, anche a causa degli effetti del cambiamento climatico, i processi di ricostruzione sui waterfront urbani sono divenuti una problematica contemporanea sempre più complessa. In un contesto particolarmente sensibile ed in queste specifiche situazioni si avverte, con maggiore evidenza, la necessità di riprodurre e di ripensare "nuovi" luoghi e territori di cui riappropriarsi ed in cui riconoscersi. Risulta fondamentale ricreare il rapporto tra spazi, usi e visioni, tra immagine urbana e sviluppo economico mediante approcci multidisciplinari,

specifici strumenti territoriali, opportune strategie di finanziamento.

Il progetto di ricerca "Waterfront Resilience Reconstruction. Linee-guida per la pianificazione sostenibile dei fronti d'acqua urbani dopo il disastro" ha la finalità di definire principi e buone pratiche per lo sviluppo sostenibile e la ricostruzione resiliente delle aree di waterfront.

La ricerca ha preso in esame e valutato criticamente contraddizioni e compatibilità tra le linee-guida per lo sviluppo sostenibile dei waterfront ed i principi generali che guidano i processi di ricostruzione a partire dall'analisi di diversi casi-studio a livello internazionale (Kobe dopo il grande terremoto Hanshin-Awaji del 1995; New Orleans dopo l'uragano Katrina del 2005; i villaggi del Marathwada dopo il terremoto del 1993; la ricostruzione nel Gujarat dopo il terremoto del 2001; la costa del Tamil Nadu dopo lo tsunami del 2004; le esperienze di Aceh e delle isole di Nias dopo i terremoti e gli tsunami nell'Oceano Indiano nel 2004).

Questo approccio ha permesso di far emergere criticità e potenzialità per lo sviluppo e la promozione territoriale che, negli ultimi decenni, alcuni progetti sui waterfront urbani hanno dimostrato di possedere e di saper gestire. Il "successo" dei processi è stato misurato non solo in termini di valore immobiliare ed urbano, architettonico ed estetico, ma anche dal punto di vista socio-economico e di immagine. In numerose esperienze la ricostruzione dei waterfront ha svolto il ruolo

di moltiplicatore di capitale urbano (ha generato nuove economie e nuove dinamiche di sviluppo), di commutatore territoriale (ha intercettato energie e risorse da trasferire al contesto urbano in modo innovativo), di luogo della nuova rappresentazione e dell'interesse progettuale (ha configurato nuove immagini e nuovi paesaggi) attraverso interventi di rifunionalizzazione e di risignificazione.

La ricerca ha sottolineato, inoltre, la necessità di incrementare la "resilienza" sui waterfront urbani, dimostrando che, se non è possibile pianificare sistemi urbani in grado di resistere completamente ai disastri naturali o prodotti dall'uomo, è, comunque, possibile mitigare gli impatti che potrebbero generare sui waterfront, attraverso misure di riduzione della vulnerabilità e del rischio. Il concetto di ricostruzione resiliente è stato applicato alle potenzialità dell'interfaccia terra-acqua, in quanto sistema costantemente in evoluzione, capace di reagire e di adattarsi a condizioni/situazioni particolarmente complesse, prodotte da eventi inattesi o di lungo periodo, da disastri naturali ed antropici; potenzialità ampiamente dimostrate da diverse esperienze a livello internazionale che, attraverso la ricostruzione di sistemi fisici e relazionali, sono state in grado di mantenere una soglia minima di funzionamento, di sopravvivere a condizioni estreme e a situazioni di emergenza, indirizzando la visione del futuro verso una "finestra di opportunità", senza dimenticare l'identità dei contesti territoriali. □

Fig. 15 - Immagine dal satellite della città di Banda Aceh (Indonesia) a Nord-Ovest dell'isola di Sumatra prima dello tsunami del 2004 (fonte DigitalGlobe)



Fig. 16 - Immagine dal satellite della città di Banda Aceh (Indonesia) a Nord-Ovest dell'isola di Sumatra dopo lo tsunami del 2004 (fonte DigitalGlobe)



Friuli, un esempio di rinascita mantenendo l'identità del territorio

Giorgio Dri, Architetto in Udine

Una precisazione

Nel linguaggio politico-amministrativo, ma soprattutto nel parlare comune fra i tecnici, quando si parla di terremoti si usano vari slogan: "la ricostruzione incompiuta del Belicè", "il modello Friuli", "dalle tende alle case", "no alle baraccopoli", ... Si usa definire un'esperienza, una fase cioè del percorso post-sismico, con un giudizio netto: positivo o negativo, come se tutte le iniziative assunte dopo un determinato disastro in una determinata regione siano da seguire o da rifiutare, come se si potesse replicare o meno, indifferentemente da Nord a Sud, in contesti territoriali dispersi od urbani, in momenti storici, politici, sociali diversi, quanto di buono, o - in controtelaio - di negativo, è stato fatto dopo una determinata calamità naturale. L'emotività del momento, e l'esigenza di dare messaggi rassicuranti, fa perdere di vista la complessità degli avvenimenti presi a riferimento.

Data questa premessa, a me pare che il cosiddetto "Modello Friuli" vada riconosciuto come un "successo", soprattutto grazie all'insieme di scelte politico-amministrative (tra cui l'eccezionalità e la tempestività della nomina del Commissario Governativo, la novità del Funzionario-delegato della Regione, il battesimo della Protezione Civile, l'attivazione della Segreteria Generale Straordinaria... misure realizzate, dopo i terremoti di maggio e settembre, in situazioni di assoluta emergenza e di difficoltà operative diversissime da quelle riscontrabili nei successivi episodi tellurici - si pensi al mondo delle comunicazioni di trent'anni fa ed a quello attuale) ed alle decisioni tecniche (prima fra tutte l'istituzione del gruppo interdisciplinare centrale che tracciò un percorso tecnico ed amministrativo di progettazione, di conduzione dei lavori in cantiere, di regole per gli appalti).

Ed allora si può affermare che in Friuli, a partire dal 1976, si è realizzata un'esperienza "unica" per un'intera generazione di popolazione, di amministratori e di tecnici la quale che ha attuato "sul campo" - e con tutte le difficoltà di percorso - un modo di fare, contribuendo a dare un sen-

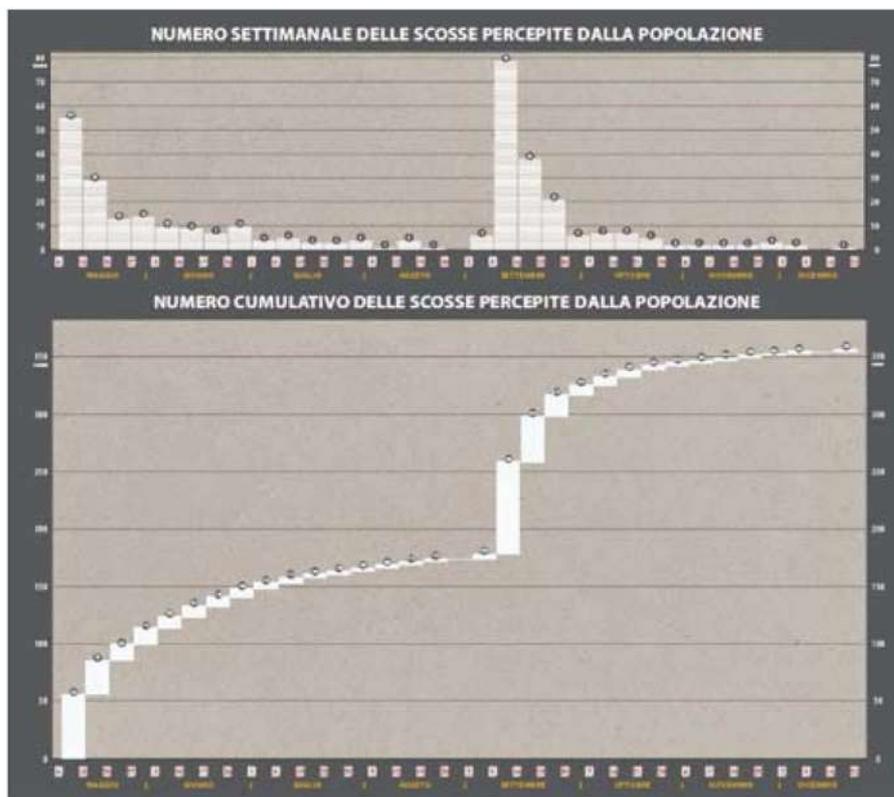
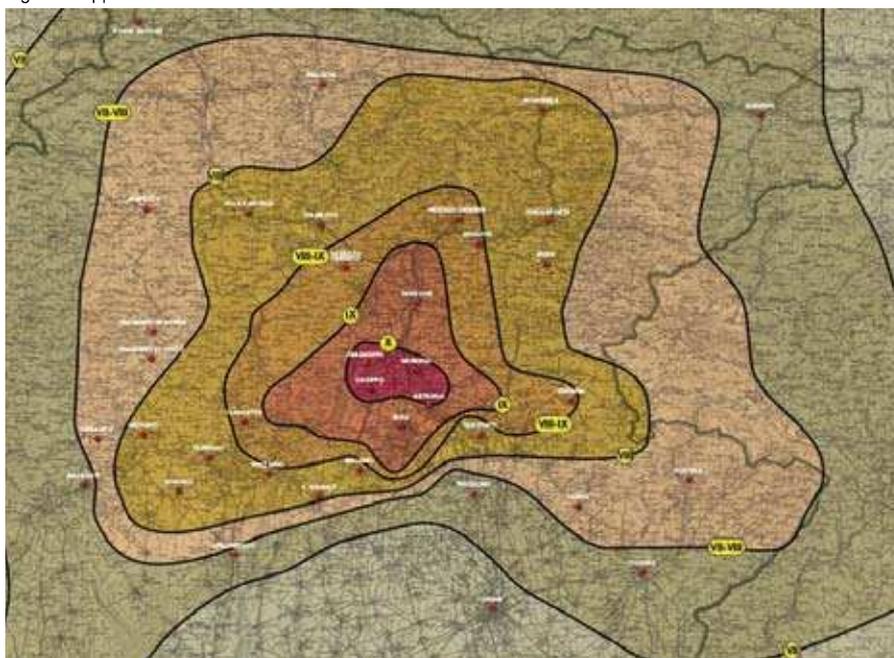


Fig. 1 - Friuli 1976, scosse percepite dalla popolazione

so positivo agli avvenimenti, di fronte ad una tragedia di cui non sempre si riusciva a delineare i contorni, l'entità, la durata

nel tempo. Se poi questa esperienza è un "modello", credo che a tutti interessi verificare il raggiungimento di risultati, piut-

Fig. 2 - Mappa isosiste



tosto che teorizzare quanto sia possibile, o quanto sia ipotizzabile, ed esportare le modalità operative di intervento di quella esperienza in altre realtà, dopo altre calamità naturali.

Un'ulteriore considerazione

Le esperienze interessanti e riproducibili (a mio avviso generalmente positive) che si sono sviluppate in Friuli sono state realizzate dopo la replica sismica di settembre. Dopo il 6 maggio, infatti, la grande voglia di fare della popolazione, delle amministrazioni pubbliche e degli stessi tecnici, la gran voglia di evitare le baracche del Belice produssero, ad esempio, riparazioni superficiali e dispersione insediativa delle nuove edificazioni (servizi pubblici, abitazioni, attività produttive), con poca attenzione alle tecniche costruttive ed ai luoghi di insediamento.

In questo senso le riparazioni fatte subito dopo le scosse di maggio ebbero un effetto positivo sulla popolazione, ma si rilevarono insufficienti ed inefficaci alla replica sismica di settembre, tanto da determinare l'esigenza di un più qualificato intervento strutturale sugli edifici.

Cosa ricordare di quella esperienza

Di quell'esperienza sono da ricordare, in primo luogo, le scelte di ordine politico quali:

a) la partecipazione dei cittadini alle decisioni che li riguardavano (dalla sfera dell'edilizia privata, riguardo ai singoli progetti di ripristino o di ricostruzione delle abitazioni, all'ambito urbanistico pubblico, riguardo ai piani particolareggiati). Una partecipazione che ha, di certo, condizionato le scelte progettuali e che ha permesso ai cittadini di affiancare gli stessi professionisti nell'assumere le decisioni. Una partecipazione che ha messo in luce aspetti non sempre correttamente evidenziati, come il mantenimento dell'identità dei luoghi terremotati, la conservazione delle strutture abitative tradizionali, il

consolidamento della vita sociale nei paesi;

b) le forti deleghe attribuite agli amministratori locali, sia nella fase dell'emergenza, sia nella fase della ricostruzione, con l'originale esperienza dei funzionari-delegati della Regione. La determinante delega affidata ai Comuni, ed in primis ai Sindaci (che divennero gli interlocutori immediati, operativi sul posto, del cittadino terremotato), con la piena disponibilità e l'assoluta certezza dei mezzi necessari alla ricostruzione, assegnati con procedure corrette e rapide, rappresenta senz'altro uno dei motivi del successo di questa ricostruzione;

c) la filosofia delle leggi sulle riparazioni e sulle ricostruzioni, la scelta di non indennizzare il danno subito, ma di rendere gli edifici sicuri dal punto di vista sismico è stata la linea guida seguita: trentatré anni fa questo approccio tecnico non era espresso e neppure ipotizzato nella normativa di riferimento;

d) il sostanziale mantenimento, da parte dell'Ente regionale, della delimitazione dei comuni coinvolti (in totale 137, così classificati: disastrati, gravemente danneggiati, danneggiati) senza ampliamenti dell'area interessata dopo le scosse di settembre;

e) la scelta di dare priorità alla ricostruzione del tessuto produttivo, attribuendo così una grande fiducia al lavoro ed all'operosità delle persone terremotate in vista dell'avvio della ricostruzione, anche durante l'esodo



Fig.3 - Organizzazione statale e commissariale

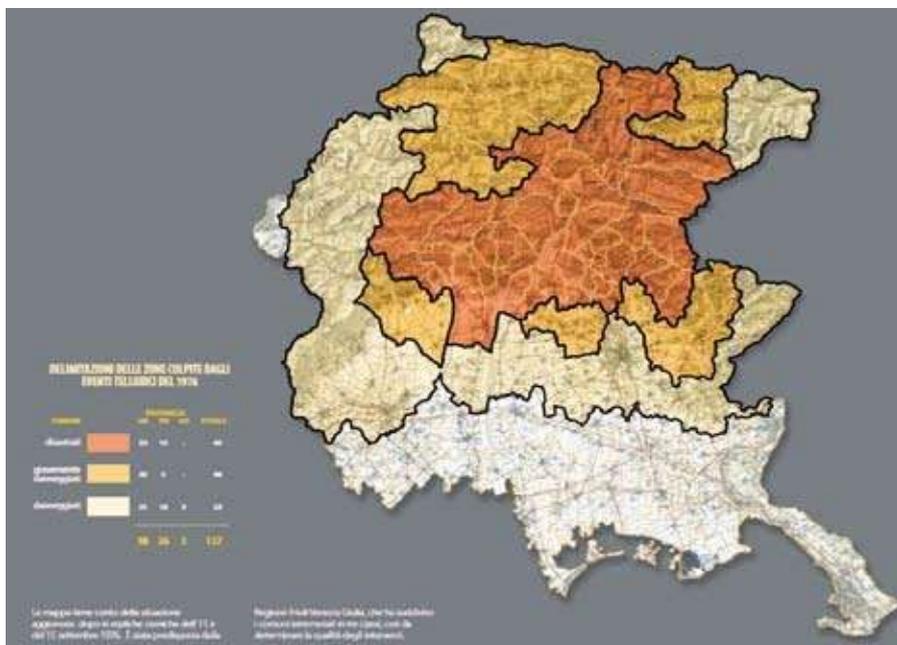


Fig. 4 - Delimitazione delle zone colpite dagli eventi tellurici del 1976



Fig. 5 - Piano delle demolizioni, Osoppo 1977

forzoso nelle località balneari dell'Alto Adriatico nell'inverno del 1976 e nella primavera del 1977.

Inoltre, intrecciate alle scelte di tipo politico-amministrativo sono da ricordare le scelte tecnico-operative quali:

- f) la determinazione di ricostruire il Friuli dov'era e com'era, in totale disaccordo con l'ipotesi di una grande "new town" alla periferia Nord di Udine, in netta controtendenza con la ricostruzione fatta dopo altre catastrofi: tanto per rimanere nella nostra regione, è sintomatico il caso del Vajont, dove il Comune di Vajont ed il relativo insediamento abitativo sono stati individuati ritagliando un pezzetto di territorio a decine di chilometri di distanza da Erto e Casso - i due Comuni distrutti dalla frana del monte Toc;
- g) la volontà di guidare la ricostruzione dei centri abitati, distrutti od irrimediabilmente danneggiati nel loro assetto edilizio ed urbano, attraverso

lo strumento del piano particolareggiato. Circa 350 sono stati i progetti urbanistici elaborati ed approvati nell'arco di pochi anni. Lo sforzo fatto dagli amministratori e dai professionisti ha coinvolto fortemente - come già detto - le genti terremotate, che hanno acquisito coscienza e conoscenza dei meccanismi urbanistico-edilizi e della valenza sociale delle opere di riparazione e ricostruzione nelle scelte di riorganizzazione dei centri distrutti, trasmettendo a tutti l'utilità del corretto uso del suolo, la necessità di riorganizzazione fondiaria e l'opportunità che le proprietà ricostruite fossero effettivamente commisurate alle

esigenze dei nuclei familiari. Il risultato di questo notevole sforzo compiuto in Friuli è oggi ben evidente nei centri ricostruiti, con tutti gli edifici previsti completati - anche se non sempre abitati - con un rinnovo totale della dotazione di infrastrutture ed attrezzature collettive e tecnologiche, con un elevato standard di servizi;

h) il rinnovo degli strumenti urbanistici (tutti i comuni colpiti avevano il programma di fabbricazione od il piano regolatore vigente), per il quale la sicurezza geologica ha condizionato l'uso del suolo per quanto riguarda la natura del terreno sotto il profilo geo-sismico, l'esondabili-

Fig. 6 - Osoppo prima del terremoto

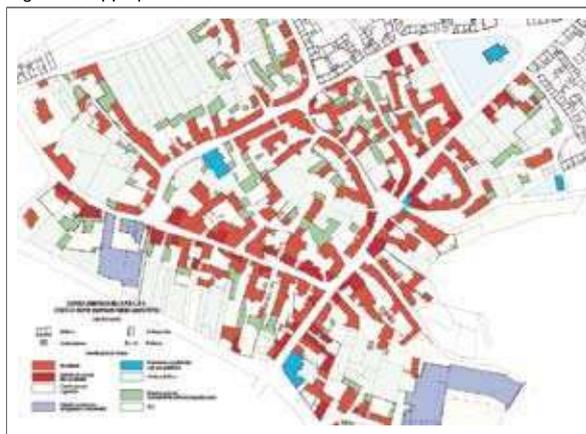
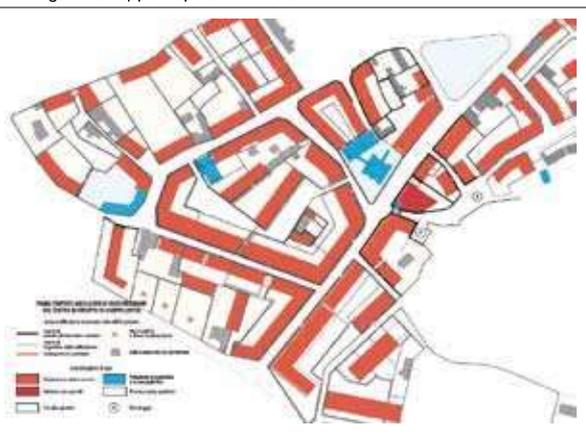


Fig. 7 - Osoppo dopo il terremoto



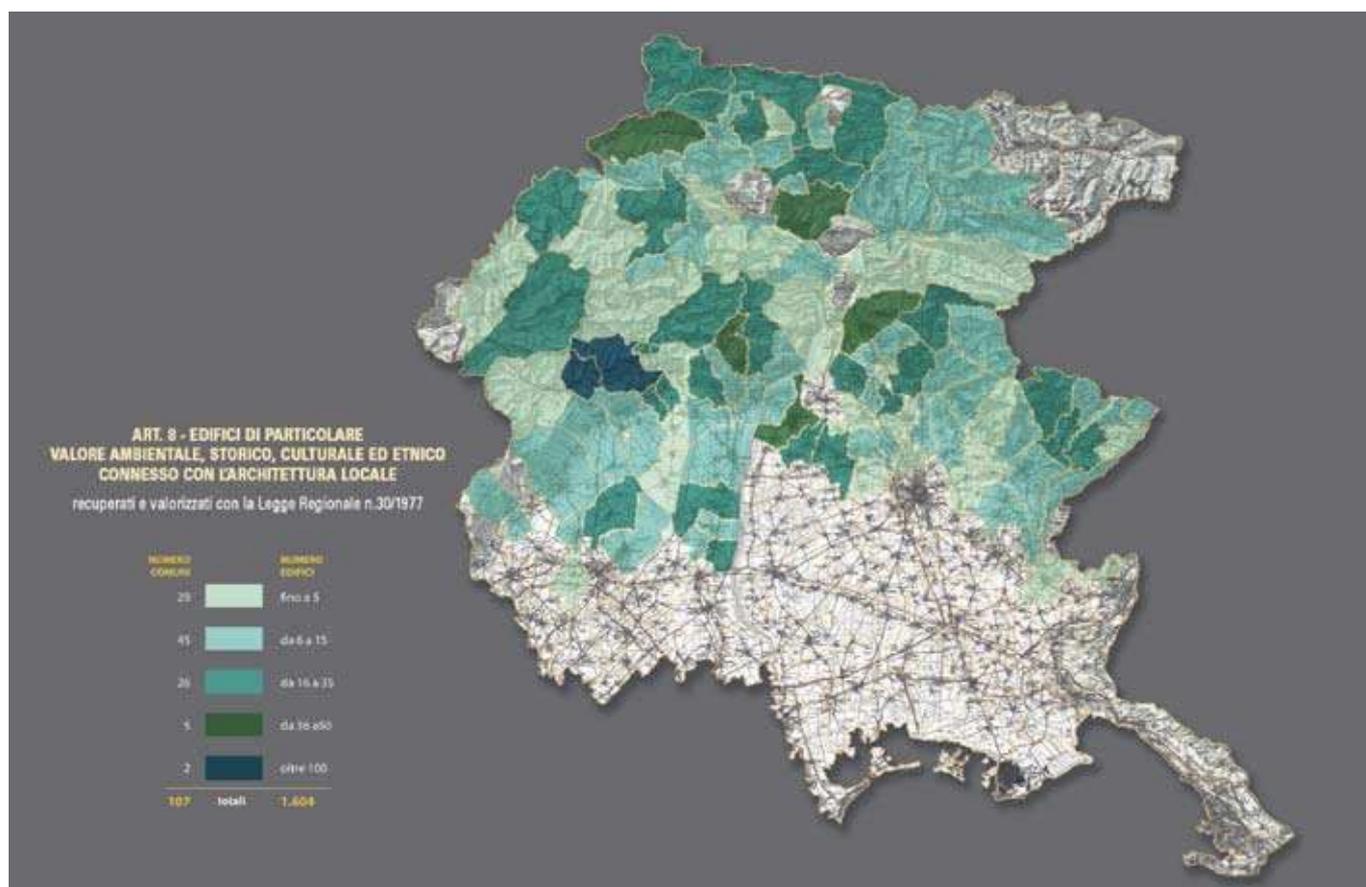


Fig. 8 - Edifici di particolare valore ambientale, storico culturale ed etnico connesso con l'architettura locale (Art. 8)

tà dei corsi d'acqua, la franosità dei versanti... Utilissima a tal proposito è stata la redazione dei 'Criteri e delle Metodologie di studio per Indagini geologico-tecniche in zone sismiche' e la mappatura dei territori comunali in funzione della sicurezza: si va dalle zone edificabili alle zone a rischio, fino alle zone inedificabili ai terreni con liquefazione del suolo, dalle zone alluvionate ai pendii franosi...

- i) l'aggiornamento professionale dei tecnici attuato con la predisposizione di idonea documentazione tecnica e con il contributo determinante dei tecnici sloveni dell'Università di Lubiana, che avevano messo a punto delle metodologie di intervento su edifici in murature miste con caratteristiche costruttive analoghe a quelle presenti in Friuli;
- l) la formazione di gruppi interdisciplinari di progettazione ("gruppi B"), assegnati ai Comuni, che hanno elaborato i progetti di riparazione e di ricostruzione seguendo precise disposizioni di calcolo strutturale, di adeguamento igienico-funzionale, di quantificazione economica della spesa da sostenere. La Regione ha prodotto - con la collaborazione di tecnici esperti del "gruppo A" - più di una decina di DT, documenti tecnici che descrivono i metodi di

esecuzione delle riparazioni, i capitolati, i prezziari unificati...

- m) l'individuazione di edifici di valore storico-ambientale, la loro schedatura e la progettazione delle opere di restauro-ripristino utilizzando inedite metodologie di calcolo, messe a punto dai tecnici strutturisti della Slovenia, che coniugano l'esigenza del restauro delle strutture con l'altrettanto importante volontà di non snaturare le caratteristiche architettoniche degli edifici. I 1.604 esempi di architettura spontanea friulana recuperati con lodevole impegno finanziario (a totale carico della Regione) e tecnico possono, infatti, rappresentare un "modello" di intervento sul patrimonio edilizio dei centri di origine storica del nostro Paese: un patrimonio molto vulnerabile alle calamità naturali sotto il profilo statico, non adeguato ai canoni igienico-sanitari, che spesso determina insufficiente larghezza delle sedi stradali e delle vie di fuga. È un patrimonio che spesso è stato, e viene, semplicisticamente eliminato, ma che, invece, nelle zone terremotate del Friuli ha costituito un'ancora per la popolazione, in cui quest'ultima riconosce la sua identità, la sua storia, il valore ideale della "casa", bene rifugio della comunità, mentre nel passato aveva spesso dovuto

prendere la strada difficile dell'emigrazione. È un tema, questo dell' "articolo 8", non molto conosciuto neanche fra gli addetti ai lavori, eppure è un argomento che sviluppa una serie di motivi di interesse che andrebbero maggiormente divulgati.

Finalmente un luogo dove si conserva la memoria dei terremoti del 1976

Un contributo importante per ricordare l'esperienza friulana è conservato al Museo Permanente del Terremoto, inaugurato nel mese di settembre 2009 a Venzone, uno dei centri distrutti che con più capacità di altri è riuscito a riprendere il volto che aveva nel passato. Questa struttura museale, presentata come il contenitore della "storia di un terremoto e della sua gente", è stata fortemente voluta dall'Associazione Comuni e Sindaci della Ricostruzione del Friuli e ha l'obiettivo di rappresentare un "laboratorio" non solamente per documentare l'esperienza friulana, ma anche per raccogliere i contributi tecnici e culturali di altre rinascite dalle tante calamità che hanno colpito, e purtroppo colpiranno, il nostro Paese. □

Il problema dell'acqua alta a Venezia e la costruzione del Mose

Annotazioni a margine dell'intervento del Prof. Ing. Patrizio Cuccioletta Presidente Magistrato alle Acque di Venezia e Provveditore Interregionale alle Opere Pubbliche per il Veneto, il Trentino Alto Adige e il Friuli Venezia Giulia

Paolo Pinelli, Ingegnere in Verona

Premessa

Nelle brevi note seguenti, in assenza di altro materiale, si è ritenuto opportuno riportare, per l'importanza della tematica affrontata, una breve sintesi dell'intervento dell'Ing. Cuccioletta, rimandando, per gli approfondimenti, a quanto riportato nei siti del Magistrato alle Acque di Venezia e nella sezione "Centro Maree" del sito del medesimo Comune.

L'intervento al Convegno

Il Prof. Cuccioletta ha illustrato le problematiche relative all'acqua alta e le opere attualmente in esecuzione per contrastare il fenomeno.

Nell'intervento ha analizzato le cause del problema e le conseguenze pesantemente negative che questo fenomeno produce sugli abitanti delle città lagunari.

Ha, poi, illustrato gli interventi in corso di esecuzione alle bocche di porto, con particolare riferimento alle paratoie mobili del sistema Mose ed ai principali problemi tecnici che si sono dovuti affrontare e che si stanno affrontando durante la loro realizzazione.

Indicazioni per approfondimenti

Le tematiche illustrate trovano ampia descrizione nei relativi siti istituzionali.

Le attività e le funzioni del Magistrato alle Acque vengono dettagliatamente de-



scritte nel sito www.magisacque.it, ove è possibile trovare ulteriori riferimenti (www.salve.it) relativi ai lavori attualmente in esecuzione a salvaguardia della laguna, con particolare riferimento al Mose.

Nel sito del Comune di Venezia - Centro maree è possibile trovare innumerevoli dati statistici che consentono un inquadramento numerico delle caratteristiche del fenomeno.

Il sito www.magisacque.it

È il sito del Magistrato alle Acque di Venezia (di cui l'Ing. Cuccioletta è Presidente) che è un istituto periferico del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che si occupa della gestione, della sicurezza e della tutela idraulica nelle lagune di Venezia, Marano e Grado e, in alcune tratte, dei fiumi Tagliamento, Livenza e del torrente Judrio.

Il sito www.salve.it (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque di Venezia).

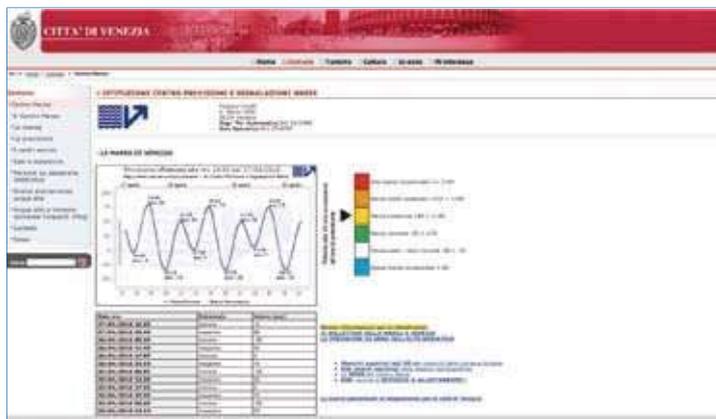
Nel sito è presente un'ampia descrizione dell'ecosistema lagunare e delle relative opere di salvaguardia.

Tra il molto materiale di interesse si segnala, nella sezione attività di salvaguardia>difesa dalle acque alte>sistema MOSE>Opere alle bocche di porto, un filmato divulgativo sul Mose che descrive, in modo semplice ma completo, come sarà il funzionamento delle opere a regime e in corrispondenza a quali eventi (maree di altezza superiore ai 110 cm) le paratoie entreranno in funzione (gli effetti delle maree di minore entità saranno limitati con i rialzi delle rive dei centri abitati lagunari).

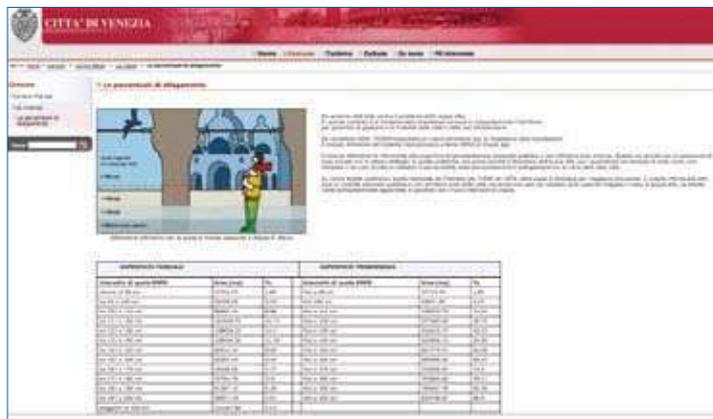
Sempre nella stessa sezione (sistema



Previsioni



Percentuali di allagamento in relazione al livello dell'acqua alta



Mose>Problemi>Le acque alte) si segnala un ulteriore filmato, girato il 1° dicembre 2008 in piazza San Marco ed in aree limitrofe (in quella data l'acqua alta ha raggiunto i 156 cm di altezza), particolarmente eloquente del grave impatto del fenomeno sulle attività turistiche ed economiche.

Sito del Comune di Venezia: il Centro Maree

Per completezza ed in relazione alle molte statistiche presenti si cita, infine, un'ulteriore fonte di informazioni sul fenomeno che è il Centro Maree (sito del Comune di Venezia), dove si trovano indicazioni di previsione che consentono di stimare anche la percentuale di allagamento del suolo cittadino in concomitanza del verificarsi di fenomeni di acqua alta.

Da tale sito si è anche ricavata la foto seguente ed una tabella sulla permanenza della marea nel periodo 1966-2009 utile ad inquadrare l'intensità del fenomeno e la sua frequenza.



Permanenza delle maree superiori al metro nel periodo 1966-2009

Livelli di marea	Permanenza		N° casi	Durata media		Frequenza N° casi/anno
	Ore	Min		Ore	Min	
≥ 190 cm	0	10	1	0	10	1 ogni 44 anni
≥ 180 cm	1	30	1	1	30	1 ogni 44 anni
≥ 170 cm	5	50	1	5	50	1 ogni 44 anni
≥ 160 cm	9	20	2	4	40	1 ogni 22 anni
≥ 150 cm	17	40	4	4	25	1 ogni 11 anni
≥ 140 cm	33	45	11	3	04	1 ogni 4 anni
≥ 130 cm	73	35	30	2	27	1 ogni 1,5 anni
≥ 120 cm	175	15	70	2	30	1.6 volte all'anno
≥ 110 cm	420	100	170	2	28	3.9 volte all'anno
≥ 100 cm	995	35	420	2	22	9.5 volte all'anno

In questa tabella vengono riportate, in ore e minuti, la permanenza della marea al di sopra di determinate quote calcolata su tutto il periodo 1966-2009, e la durata media annualizzata del superamento dei diversi livelli. Si trova, inoltre, il numero di casi totali in cui si è verificato un certo evento e la sua frequenza annualizzata. Per tutte le soglie la frequenza è quella del periodo preso in esame (1966-2009), anche se per valori di marea molto alti il "tempo di ritorno" risulta più elevato (circa 150 anni per eventi pari a quello del 4 novembre 1966).

Conclusioni

Anche dai dati statistici riportati nei siti citati e nella tabella allegata emerge come il fenomeno dell'acqua alta, negli ultimi decenni, abbia assunto caratteristiche allarmanti e tali da costituire, nei casi in cui l'escursione è maggiore, le caratteristiche di calamità naturale con gravissime ripercussioni economiche e sociali.

Gli interventi in corso di esecuzione in laguna stanno rappresentando, quindi, una sfida per i tecnici, le imprese e le

amministrazioni coinvolte che si devono confrontare con problematiche mai affrontate in precedenza in una scala così ampia, ma rappresentano un intervento non più procrastinabile per la conservazione di aree la cui salvaguardia e tutela è stata sempre una priorità delle popolazioni ivi residenti.



Premio Trasporti & Cultura

Laura Facchinelli, Direttrice della rivista *Trasporti & Cultura*

Durante il convegno, a conclusione della prima parte dei lavori, si è svolta, secondo una tradizione ormai consolidata, la cerimonia di proclamazione dei vincitori del Premio Trasporti & Cultura. Organizzato dall'omonima rivista diretta da Laura Facchinelli, il premio è giunto, nel 2009, all'ottava edizione. La giuria, presieduta dal prof. Aldo Aymonino dell'Università IUAV di Venezia, era costituita da Michelangelo Bellinetti, Laura Facchinelli, Oriana Giovinazzi, Cesare Surano, Maria Cristina Treu, Adriano Venudo. L'appartenenza dei membri della giuria a varie sedi e differenti ambiti disciplinari del mondo accademico (Facoltà di Architettura di Venezia e Trieste, Politecnico di Milano, Facoltà di Economia di Verona) è l'espressione dell'apertura multidisciplinare del progetto *Trasporti & Cultura*. La rivista si occupa, infatti, di architettura delle infrastrutture nel paesaggio, mettendo in relazione progettualità architettonica ed ingegneria, tecnologia ed arti, storia e scienze sociali.

Sono intervenuti alla premiazione, per il Comune di Verona, l'assessore alla Cultura Erminia Perbellini ed il dr. Alberto Zelgher.

Il prof. Aldo Aymonino ha dato avvio alla cerimonia, precisando che quest'anno hanno partecipato al premio 22 opere e che la giuria ha scelto i vincitori delle due sezioni del premio nel corso di una riunione che si è svolta a Venezia il giorno 20 novembre. È quindi passato alla proclamazione dei vincitori delle due sezioni del Premio, leggendo, per ciascuno, le motivazioni.

Per la sezione A del Premio, dedicata alle ricerche specialistiche, è stato scelto il libro dell'architetto bellunese Bortolo Mainardi "Semaforo rosso. Italia: genesi, storia e realtà delle infrastrutture", edito da Marsilio.

Per la sezione del Premio dedicata ai libri orientati alla divulgazione, è stato scelto il libro di Abraham Lustgarten "Il grande treno. Come la Cina ha occupato il Tibet e cancellato una nazione", edito da Longanesi.

La giuria del Premio *Trasporti & Cultura* ha, altresì, conferito una "Segnalazione" al libro "Piccoli aeroporti. Infrastruttura, città e paesaggio nel territorio italiano", a cura di Pippo Ciorra e Fernanda De Maio, Marsilio, Venezia 2008. Come ha spiegato il prof. Cesare Surano nel corso della cerimonia di premiazione, tutti i membri della Giuria hanno molto apprezzato questo libro per l'originalità e la valenza dei contributi scientifici, per la chiarezza metodologica e per l'eccellente presentazione grafica, tanto da prenderlo in considerazione per l'assegnazione del Premio *Trasporti & Cultura* per la Sezione A.

Il Presidente della Giuria, Professor Aldo Aymonino, ha tuttavia segnalato l'improprietà dell'opera per l'assegnazione del Premio, in quanto egli stesso è autore di un contributo scritto e, in ogni caso, parte del gruppo di studiosi che hanno ispirato e realizzato la ricerca. Con coerenza etica, ha quindi richiesto ed ottenuto l'esclusione del volume dall'elenco delle opere concorrenti al Premio. Per iniziativa degli altri membri, la Giuria, allo scopo di rendere palese il proprio apprezzamento, ha allora deciso di conferire all'opera una "Segnalazione".

I libri vincitori

SEZIONE A - Opere che siano frutto di ricerche specialistiche, anche in collegamento con le Università

Opera premiata:

Semaforo rosso

Italia: genesi, storia e realtà delle infrastrutture

di **Bortolo Mainardi**

Marsilio, Venezia, 2008



Motivazioni

Il volume riassume, con una sintesi efficace, la storia delle vie di comunicazione in Italia dal V secolo a.C. (strade di Roma) fino ai giorni nostri. L'autore sottolinea l'importanza delle vie di comunicazione e il significato che le stesse rivestono per comprendere un territorio nella sua realtà insediativa ed economica. Il racconto storico si sofferma dapprima sul periodo preunitario e sui programmi che, dopo l'unità d'Italia, portarono alla creazione di una grande rete ferroviaria; per il periodo fascista sottolinea l'ambizioso programma che comprese, fra le altre opere, la prima autostrada al mondo; per il dopoguerra parte dalla ricostruzione ed illustra i vari piani volti a realizzare una rete autostradale. Nella crisi e nel conseguente blocco degli anni '70 affonda le radici l'immobilismo che ha portato l'Italia, dai primati dei primi decenni del secolo, ad un deficit infrastrutturale che si è sempre più aggravato.

Dalla consapevolezza di questo deficit hanno preso avvio, nel contesto dell'Unione Europea, i programmi varati dai governi italiani degli anni Duemila, ma, ad oggi, la situazione permane gravemente carente. In chiusura Mainardi – che in tema di infrastrutture ha svolto importanti incarichi anche a livello ministeriale – fotografa la situazione attuale di autostrade, ferrovie, logistica, porti ed interporti, evidenziando le inerzie e gli ostacoli che frenano il progresso.

Attualissimo, ben documentato, incisivo, questo libro si presta ad una lettura agevole, e, pertanto, si rivolge non soltanto agli specialisti, ma anche al pubblico (si spera) vasto che è consapevole del ruolo decisivo delle infrastrutture per il presente ed il futuro di un Paese.

SEZIONE B - Pubblicazioni che sappiano coniugare il rigore scientifico con l'orientamento alla divulgazione

Opera premiata:

Il grande treno

Come la Cina ha occupato il Tibet e cancellato una nazione

di **Abraham Lustgarten**

Longanesi, Milano, 2008



Motivazioni

Questo è un libro di straordinario interesse, perché presenta le difficili relazioni fra Cina e Tibet – ancor oggi alla ribalta sul piano internazionale – da un punto di osservazione insolito: quello della costruzione di una ferrovia. Nell'anno 2006 la Cina ha portato a termine la costruzione della linea da Pechino a Lhasa, la capitale del Tibet: un'opera colossale e molto impegnativa sul piano tecnico, la cui realizzazione è durata quarant'anni. Il piano è stato presentato come una straordinaria opportunità offerta ad una zona remota ed arretrata che, grazie alla ferrovia, avrebbe potuto svilupparsi. In realtà, proprio la presenza di quella facile via di comunicazione ha reso possibile, al governo di Pechino, una progressiva infiltrazione, una preordinata e brutale trasformazione di una regione non solo ricca di risorse naturali, ma considerata anche strategica, data la sua posizione, per le relazioni politiche con l'India.

La giuria del Premio Trasporti & Cultura ha scelto questo libro all'unanimità, apprezzandone la precisione della ricostruzione storica e la passione – da parte dell'autore – nel prender posizione a favore del popolo tibetano nella drammatica lotta per la propria identità. Considera anche molto interessante (e stimolante per esercitare il senso critico) la conoscenza di questo complesso scenario "dietro le quinte" di un'operazione, di per sé positiva ed avvincente, come la costruzione di una ferrovia.

Trasporti & Cultura n. 25 “Disastri, ricostruzioni, continuità”

Nel numero 25 (settembre-dicembre 2009) la rivista Trasporti & Cultura affronta un tema che, purtroppo, è di stretta attualità: il 2009 ha fatto registrare, infatti, nel nostro Paese, oltre ad altre calamità naturali, il terremoto d'Abruzzo, che ha portato conseguenze devastanti. Due saggi affrontano proprio il tema del dopo-terremoto, l'uno focalizzato sulle reti dei servizi essenziali, l'altro su una nuova modalità tecnico-organizzativa che ha consentito di affrontare in modo efficace l'emergenza abitativa. Non poteva mancare una testimonianza sulla ricostruzione nel Friuli, che ha saputo rinascere dal terremoto del 1976. Sempre in termini di confronto, vengono presentate alcune esperienze maturate in altri Paesi: la Turchia, dove si sta realizzando un nuovo sistema ferroviario a prova di sisma, il Giappone, con un resoconto sul recupero del waterfront di Kobe dopo un terremoto, la Nuova Zelanda, dove si sperimentano tecnologie innovative per costruire edifici capaci di resistere a scosse sismiche di rilevante intensità.

La rivista afferma l'esigenza del rigore nelle misure di prevenzione, da attuare con costruzioni aderenti ai criteri antisismici. Riguardo alla ricostruzione, si sottolinea il dovere di recuperare, per quanto possibile, gli edifici distrutti e di seguire criteri e forme rispettose della storia e dell'identità dei luoghi: esigenza particolarmente forte quando ad essere colpita dal sisma o dall'alluvione è una piccola comunità, che solitamente sente più vivi i legami con la tradizione.



Valutazione del Rischio Sismico delle vie di fuga in area vesuviana

Giulio Zuccaro e Francesco Cacace, Centro Studi PLINIVS-LUPT, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Introduzione

Nell'ambito della pianificazione e programmazione degli interventi di Protezione Civile lo studio e l'analisi di previsione degli effetti di una eruzione vulcanica sul territorio, in termini di danno sia al patrimonio edilizio che alla popolazione, rappresenta un'attività particolarmente rilevante, sia "in tempo di pace", come fondamentale supporto alla pianificazione territoriale, ed in particolar modo alla pianificazione dell'emergenza, sia in occasione di eventi eruttivi, come supporto alla gestione dell'emergenza.

Nella fase di allerta pre-eruttiva, infatti, una stima attendibile, seppure incerta, dell'impatto sul territorio risulta di grande utilità nella gestione dei processi decisionali che governano le fasi e l'evoluzione dell'emergenza e consente, inoltre, una ottimale preparazione ed allocazione delle risorse disponibili sul territorio.

La previsione dei possibili effetti sul territorio di una eruzione vulcanica e la costruzione di un probabile scenario di danno rappresentano un problema dipendente da un gran numero di variabili. Lo scenario può, infatti, presentarsi sensibilmente diverso in funzione del tipo di eruzione e delle modalità di sviluppo dei diversi eventi che la caratterizzano, ma anche

della situazione urbanistica e delle caratteristiche tipologico-strutturali dell'edificato nell'area interessata.

Il modello

La ricerca sul rischio da eruzioni vulcaniche in Campania occupa, da molti anni, un posto di primo piano nell'ambito delle ricerche svolte dal Centro Studi PLINIVS (Per L'Ingegneria Idrogeologica Vulcanica e Sismica) dell'Università "Federico II" di Napoli.

Nell'ambito del Progetto EXPLORIS, finanziato dalla Comunità Europea, e successivamente del Progetto SPeed, finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile, in collaborazione con i ricercatori delle Sezioni di Napoli e Pisa dell'INGV, presso il Centro PLINIVS sono state sviluppate metodologie di analisi della valutazione dell'impatto sull'uomo e sul costruito per i principali fenomeni disastrosi connessi alle eruzioni vulcaniche.

Focalizzando l'attenzione sulle eruzioni di tipo "stromboliano" e "sub-pliniano", sono state analizzate le diverse fenomenologie che caratterizzano l'eruzione e si sono parametrizzate le sollecitazioni che esse provocano sull'edificato presente nelle aree colpite.

È, inoltre, stata analizzata l'azione sismica dei terremoti precursori in fase pre-eruttiva, il carico sulle coperture indotto dalla caduta di cenere, la pressione laterale ad alta temperatura esercitata dai flussi piroclastici ed infine l'impatto violento delle colate di fango che potrebbero innescarsi per effetto di forti piogge post-eruzione in grado di mobilitare le ceneri depositate.

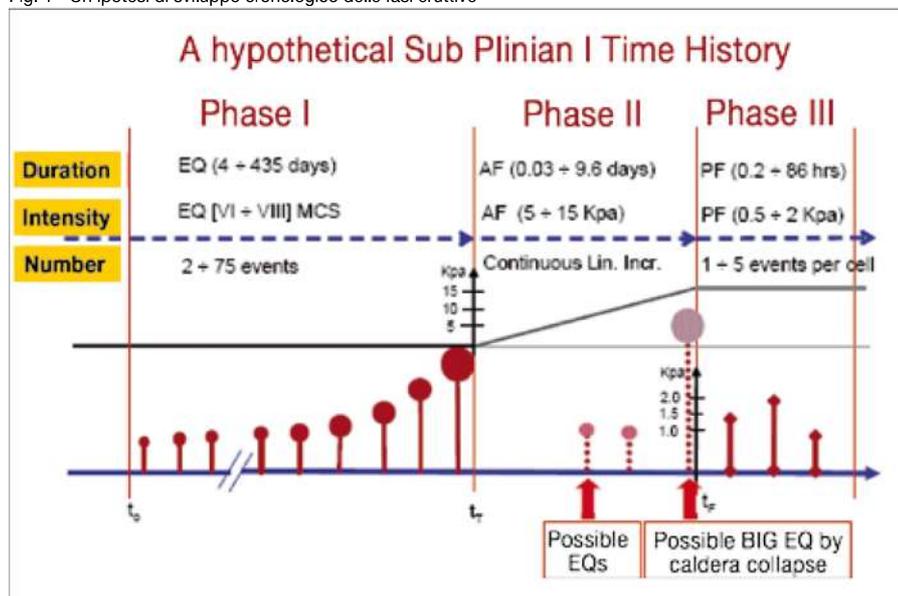
Per ognuna di queste azioni sono, quindi, state messe a punto opportune funzioni di vulnerabilità che descrivono il comportamento degli edifici colpiti e consentono la stima del danno atteso non solo per l'effetto di una singola azione, ma anche considerando una sequenza o una combinazione di fenomeni disastrosi durante l'intera evoluzione dell'eruzione (ad esempio l'azione contemporanea del sisma e della caduta di cenere o del flusso piroclastico e della caduta di cenere). Si è inoltre considerata la diminuzione di resistenza dell'edificio dovuta al danno subito, ad esempio per effetto delle scosse sismiche pre-eruttive.

A sostegno dell'attività di ricerca è stato raccolto, nel corso degli anni, un gran numero di dati relativi alle strutture edilizie (caratteristiche tipologico-strutturali e geometriche di decine di migliaia di edifici, raccolte in sito mediante schedatura), alle infrastrutture ed alla popolazione esposta nelle aree interessate da possibili eruzioni del Vesuvio o dei Campi Flegrei. Si è costruito, in tal modo, un robusto data-base di "inventario" del patrimonio edilizio per classi di vulnerabilità, collegato ad un sistema territoriale GIS.

Le analisi di inventario, gli studi sulle fenomenologie e le funzioni di vulnerabilità sono state utilizzate per la realizzazione di un "modello per scenari di impatto da eruzione vulcanica" che consente di simulare l'effetto sul territorio degli effetti vulcanici combinati e di elaborare una stima del danno atteso.

Il modello è stato "testato" con alcuni scenari eruttivi, per eruzioni di tipo "stromboliano" e di tipo "sub-pliniano", ma è possibile, variando i parametri in input, elaborare stime del danno atteso alle strutture ed alla popolazione per fenomeni di varia

Fig. 1 - Un'ipotesi di sviluppo cronologico delle fasi eruttive



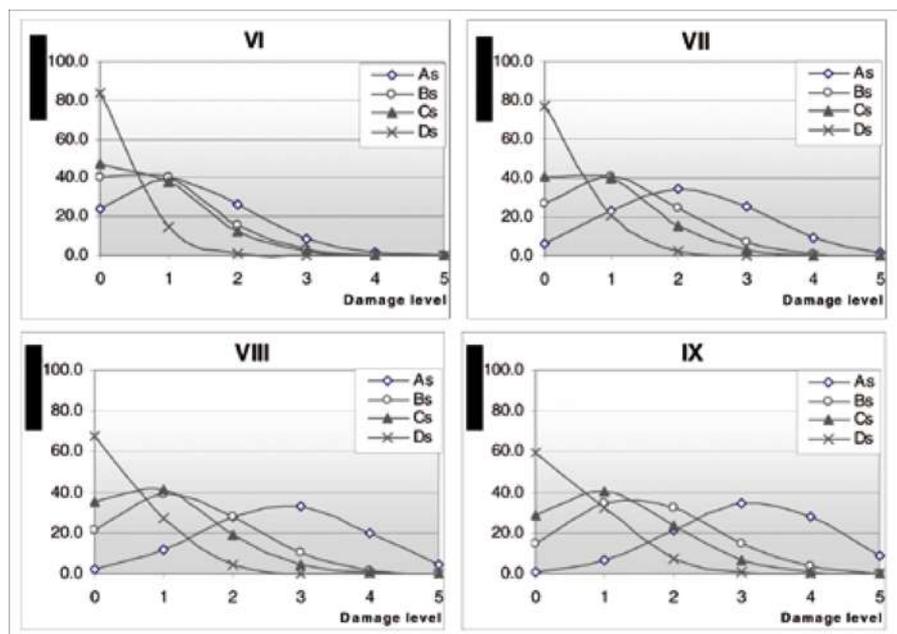


Fig. 2 - Probabilità di danno agli edifici per intensità sismica da VI a IX e per le diverse classi di vulnerabilità. Per i dettagli delle classi tipologiche di vulnerabilità A, B, C, D si rimanda alla bibliografia.

intensità e per eventi eruttivi di riferimento differenti.

Ciò consente al Centro Funzionale della Protezione Civile di confrontare le variazioni di scenario di danno al mutare di alcuni parametri in input (diminuzione della popolazione, effetto di possibili interventi di mitigazione del rischio mediante l'aumento della resistenza degli edifici, etc). Il modello è costituito da diversi moduli, ognuno dei quali simula l'impatto di una delle fenomenologie legate all'eruzione: terremoti (EQ), caduta di cenere (AF), flussi piroclastici (PF), lahar (LH). Nella simulazione dello scenario è possibile attivare i diversi moduli singolarmente, ed in tal caso il risultato è relativo unicamente al singolo parametro, oppure è possibile attivare due o più moduli agenti in sequenza, ed in tal caso il risultato tiene conto dell'azione combinata e delle possibili interazioni fra le variabili.

Si è considerato, infatti, che il susseguirsi di eventi nel corso dell'eruzione provo-

chi sugli edifici una progressiva diminuzione delle caratteristiche di resistenza in funzione dell'evolversi del danno, e si è messo a punto, pertanto, un modello dinamico che simula l'intero processo eruttivo, dai primi sismi precursori alle colate piroclastiche finali, e valuti, per ogni passo del processo, il danneggiamento cumulato dagli edifici e la distribuzione del danno sul territorio. Nella stima del danno si è considerata anche la possibilità che due fenomenologie possano agire contemporaneamente sull'edificato, ad esempio si è ipotizzato che il sisma o i flussi piroclastici colpiscano edifici già caricati da depositi di ceneri.

Il modello opera utilizzando una griglia territoriale costituita da celle di dimensioni 250 m x 250 m. La singola cella rappresenta l'unità minima di analisi; all'interno di essa si determinano il numero di edifici, la popolazione e la distribuzione delle classi di vulnerabilità.

Vulnerabilità degli archi viari

Un importante utilizzo del modello è relativo alla valutazione dell'impatto sui tracciati stradali, con l'individuazione dei percorsi caratterizzati da un maggiore rischio di interruzione.

I primi eventi sismici avvengono, infatti, prima che sia avviata la procedura di evacuazione e chiusura della zona rossa. L'impatto in questo caso va, dunque, stimato considerando la zona rossa abitata ed in attività, inoltre, e questa è la circostanza più importante, i danni causati dal terremoto potrebbero essere tali da condizionare il pieno successo dell'evacuazione stessa. Si è osservato, infatti, in occasione di eventi sismici anche recenti (L'Aquila), come la percorribilità delle strade possa essere fortemente compromessa a causa del danno agli edifici (figure 4-6).

In zona rossa, dunque, eventuali crolli (anche solo parziali) di edifici posti a ridosso dei percorsi previsti per l'evacuazione potrebbero causare l'interruzione degli stessi con rilevanti rallentamenti sulle operazioni di deflusso dell'area.

Appare ragionevole supporre che la probabilità di impraticabilità di un tratto stradale sia fortemente correlata alla vulnerabilità sismica degli edifici ad esso prospicienti. A tal proposito si riporta uno stralcio di mappa del centro storico de L'Aquila con l'indicazione della classe tipologica di vulnerabilità degli edifici* e l'indicazione, in rosso, delle strade che sono risultate interrotte dai detriti a seguito del sisma (figura 7). Analizzando, quindi, il grafo stradale dei percorsi previsti per l'evacuazione in combinazione con la mappa di vulnerabilità

Fig. 3 - Probabilità di collasso della copertura per le diverse classi di vulnerabilità in funzione del carico da cenere

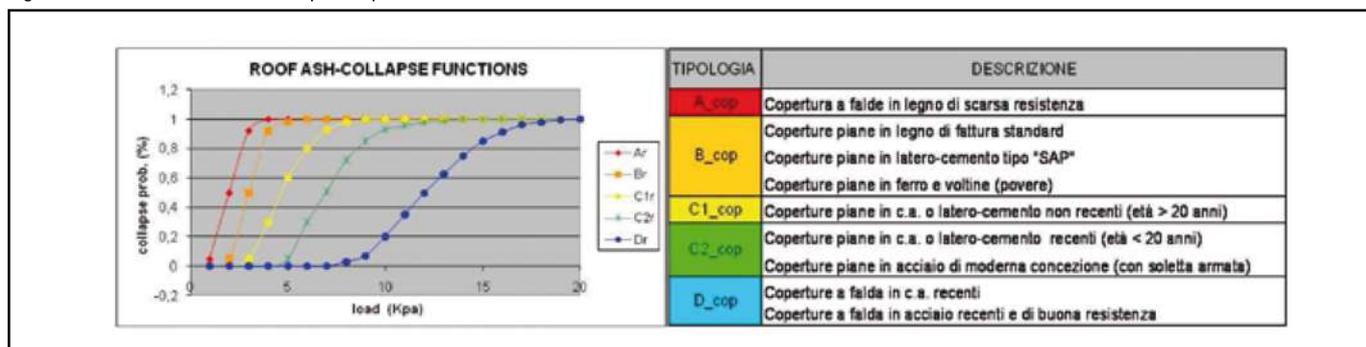




Fig. 4 - Interruzione dovuta al crollo parziale di un edificio



Fig. 5 - Interruzione dovuta al crollo totale di un edificio



Fig. 6 - Riduzione di carreggiata dovuta ad opere provvisorie

sismica degli edifici nei Comuni della zona rossa, emerge una forte percentuale di edifici vulnerabili lungo le direttrici previste per l'evacuazione.

Sulla scorta dei dati disponibili è stata elaborata una stima preliminare della probabilità di interruzione degli archi viari con la seguente procedura:

- sul grafo della rete stradale dei Comuni Vesuviani sono stati individuati dei tratti stradali (link) di dimensioni variabili, compresi fra due nodi. Ad ogni link stradale è attribuito un codice univoco;
- sono stati raggruppati gli edifici posti ai lati della strada (ad una distanza massima di 15 m dall'asse stradale) lungo ognuno dei "link" che compongono i percorsi individuati per l'evacuazione;
- per ognuno dei gruppi di edifici così individuati (prospicienti il singolo link), si

è determinata la distribuzione di vulnerabilità (figura 8);

- ipotizzando che il link sia interessato da una data intensità sismica (I=VII od I=VIII), si è calcolata la distribuzione del danno atteso per gli edifici presenti;
- la probabilità di interruzione dei link per una data intensità sismica è stata stimata in funzione del numero atteso N_c di edifici che sono interessati da collasso parziale o totale.

$$P_i = 1 - \frac{1}{e^{N_c}}$$

La funzione P_i è diagrammata in figura 9. I risultati ottenuti sono riportati in mappa per ognuno dei Comuni nella zona rossa del Vesuvio. I percorsi sono quindi classificati in funzione della probabilità di interruzione, e suddivisi in tre fasce.

Dall'esame delle mappe, di cui si riportano due stralci in figura 10 e in figura 11, si evidenzia in più punti della rete un'alta probabilità di interruzione.

Ciò suggerisce la necessità di un approfondimento di indagine sugli edifici posti lungo i percorsi, ed eventualmente la programmazione di interventi di consolidamento o la ricerca di percorsi alternativi.

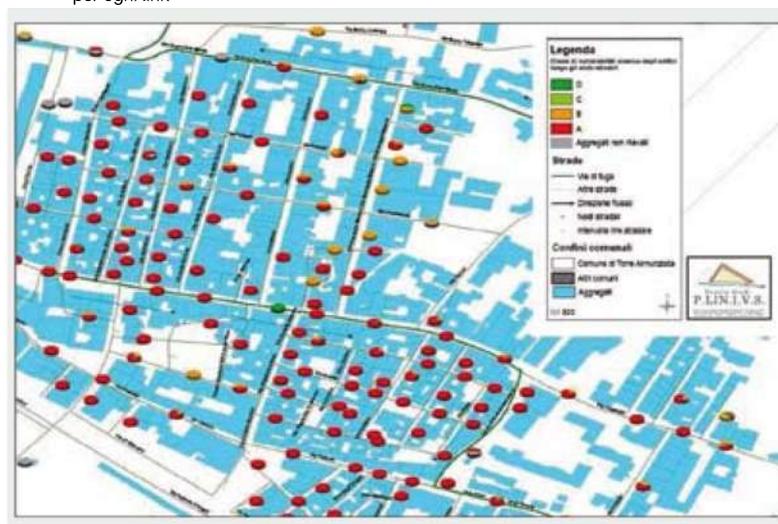
Conclusioni

È stata presentata una procedura che consente di individuare la probabilità di interruzione dei singoli tratti stradali (link) nell'intera rete viaria del territorio oggetto di indagine, ed è stata realizzata nell'ambito degli studi propedeutici alla redazione dei piani di emergenza per le eruzioni

Fig. 7 - Percorsi stradali interrotti e vulnerabilità degli edifici a L'Aquila. In rosso gli edifici a vulnerabilità alta, in giallo quelli a vulnerabilità media



Fig. 8 - Stralcio di mappa con l'indicazione della distribuzione di vulnerabilità per ogni link



* La vulnerabilità è ricavata non "a posteriori" in funzione del danno osservato, ma "a priori" in funzione delle caratteristiche tipologiche

Fig. 9 - Probabilità di interruzione del link stradale in funzione del numero di edifici crollati



Fig. 10 - Stralcio della mappa di probabilità di interruzione dei link stradali

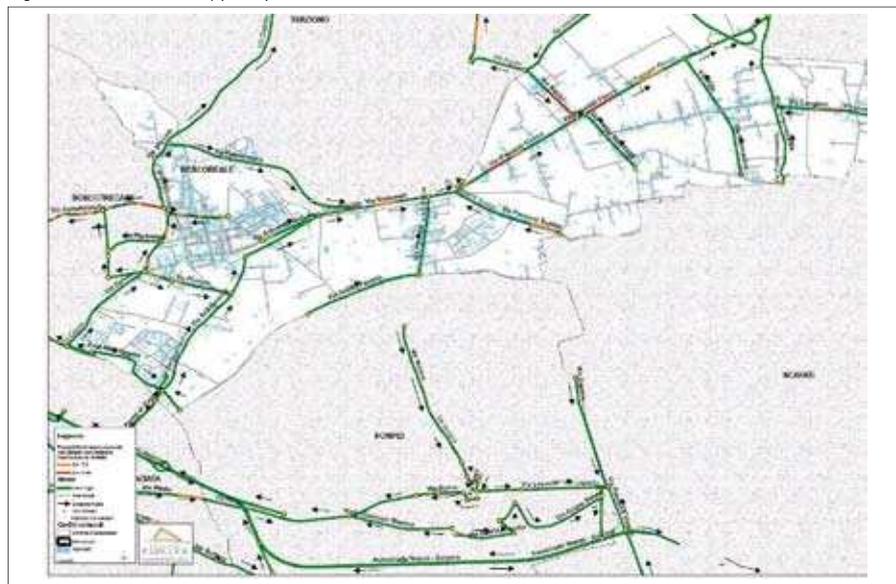
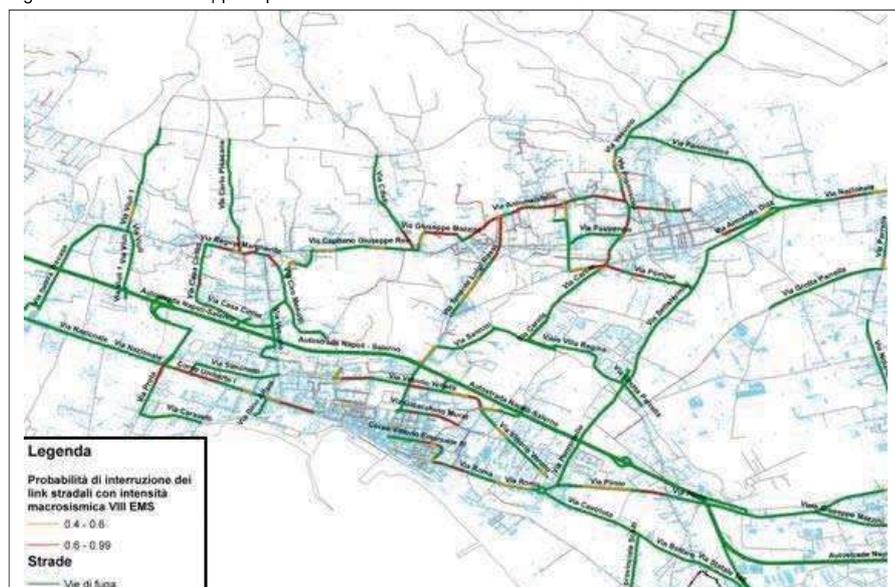


Fig. 11 - Stralcio della mappa di probabilità di interruzione dei link stradali



vulcaniche, al fine di ottimizzare i percorsi per l'evacuazione dell'area rossa in emergenza.

La tecnica può tuttavia essere utilizzata, riferita ad eventi sismici di qualunque genere, anche per la realizzazione di mappe della percorribilità stradale post-evento, ad integrazione delle mappe dello scenario sismico. I risultati di tale applicazione potrebbero fornire preziose indicazioni sia "in tempo di pace", al fine di ottimizzare gli interventi di prevenzione e mitigazione, sia, in caso di evento, nell'immediata emergenza sismica per ottimizzare la gestione dei soccorsi.

La metodologia individuata rappresenta un primo approccio al problema, ed è certamente migliorabile, tuttavia i primi riscontri, effettuati in occasione dell'evento sismico dell'aprile 2009, mostrano una buona affidabilità della procedura, incoraggiando a proseguire nella direzione di ricerca intrapresa.

Bibliografia

P.J. Baxter, W.P. Aspinall, A. Neri, G. Zuccaro, R.J.S. Spence, R. Cioni, G. Woo, "Emergency planning and mitigation at Vesuvius: A new evidence-based approach", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 454-473.

A. Neri, W.P. Aspinall, R. Cioni, A. Bertagnini, P.J. Baxter, G. Zuccaro, D. Andronico, S. Barsotti, P.D. Cole, T. Esposti Ongaro, T.K. Hincks, G. Macedonio, P. Papale, M. Rosi, R. Santacroce, G. Woo, "Developing an Event Tree for probabilistic hazard and risk assessment at Vesuvius", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 397-415.

G. Zuccaro, F. Cacace, R.J.S. Spence, P.J. Baxter, "Impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 416-453.

G. Zuccaro, "A probabilistic model for the evaluation of the impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius" in "Urban Habitat Constructions under Catastrophic events" - COST Action C26 - Editor: Federico Mazzolani et al. - Malta University Publishing - Oct. 2008 - ISBN 978-99909-44-40-2. □

Panorama dei rischi possibili nel Veneto e misure di intervento dei Vigili del Fuoco

Mario Sarno, Comandante Prov. VVF di Verona

Sono sotto gli occhi di tutti gli eventi incidentali che interessano in misura più o meno grave tutte le regioni d'Italia, le quali, in pratica, sono continuamente esposte sia a rischi naturali (rischio sismico, rischio idrogeologico, rischio alluvionale...) sia a rischi antropici (rischio industriale, rischio dei trasporti ...).

Limitandoci agli eventi naturali, si stima che il 67% dei comuni italiani sono collocati in zona sismica (con diversi gradi di sismicità) e che il 50% è interessato da situazioni pericolose a rischio di frane ed/od alluvioni.

Da una indagine di Legambiente e del Dipartimento di Protezione Civile svolta nel 2005 per monitorare tutti i 161 comuni che nel Veneto sono classificati a rischio idrogeologico (quasi il 30% del totale dei comuni), risulta che i comuni a rischio di frane sono 41, quelli a rischio di alluvione sono 108 e 12 sono sia a rischio di frane che di alluvione.

Per contrastare tale tipologia di rischio grandi passi avanti sono stati fatti nel campo della prevenzione ed altrettanto è stato fatto per quanto riguarda l'attività di pianificazione dell'emergenza (i dati del 2005 ci dicono che l'88% dei comuni - in provincia di Verona il 100% - si è già dotato di un piano di emergenza).

Se, poi, si passa agli eventi antropici, in Italia ci sono 1096 insediamenti industriali a rischio di incidente rilevante soggetti a notifica, di cui 515 soggetti anche alla presentazione del Rapporto di sicurezza (art. 8 del D. Lgs. 334/1999).

Fra le regioni italiane, subito dietro la Lombardia, c'è il Veneto con 93 insediamenti di cui 53 sottoposti all'articolo 8. Al riguardo un ruolo assai importante viene svolto in ogni regione dal Comitato Tecnico Regionale di Prevenzione Incendi, al quale restano affidati i compiti di:

- controllo e vigilanza sugli impianti a rischio di incidente rilevante;
- espressione di pareri in materia di controllo dell'urbanizzazione.

Rispetto agli altri paesi europei c'è, poi, in Italia una situazione di rischio assai elevata la quale deriva dalle modalità di



Fig. 1 - Incidente ferroviario Viareggio - Intervento VVF

trasporto delle sostanze pericolose che nel nostro paese avviene in massima parte su strada, comunque neanche la movimentazione in ferrocisterne è completamente esente da rischio.

Al riguardo, senza riferirci necessariamente al disastro di Viareggio, sono abbastanza frequenti gli interventi che i Vigili del Fuoco svolgono, un po' in tutto il territorio nazionale, per fuoriuscita di sostanze pericolose da qualche ferrocisterna in transito od in sosta negli scali ferroviari delle nostre città.

In ogni caso, qualunque sia la tipologia e l'entità dell'evento incidentale, la prima struttura operativa che viene allerta-

ta per prestare soccorso sono le squadre dei Vigili del Fuoco.

Il dispositivo di contrasto che viene messo in campo da parte del Corpo Nazionale VVF è costituito da squadre operative distribuite sul territorio nazionale fra 103 Comandi Provinciali, le quali assicurano 24 ore su 24 quegli interventi tecnici caratterizzati soprattutto dall'immediatezza della prestazione e che mirano a ridurre l'entità dei danni ed a ripristinare le condizioni di sicurezza. Tutto questo, indipendentemente dal fatto che si tratti di intervento di soccorso o di intervento di Protezione Civile.

In caso, poi, di eventi veri e propri di Protezione Civile il CNVVF opera quale componente fondamentale del Servizio Nazionale di Protezione Civile e, nell'ambito delle proprie competenze tecniche e nel rispetto dei livelli di coordinamento previsti dalla legislazione vigente, assicura la direzione degli interventi di primo soccorso.

L'organizzazione del servizio di soccorso del CNVVF nel Veneto prevede:

- 7 Comandi Provinciali;
- 39 Distaccamenti Permanenti;
- 35 Distaccamenti Volontari.

Presso queste strutture le 1.990 unità operative assicurano il servizio di soccorso ordinario per circa 50.000 interventi all'anno e, in caso di evento calamitoso di particolare gravità, forni-

Fig. 2 - Chiese delle Anime Sante - L'Aquila - intervento VVF

