

PRESIDENZA DEL VICEPRESIDENTE
ROBERTO TORTOLI

La seduta comincia alle 15.

(La Commissione approva il processo verbale della seduta precedente).

Sulla pubblicità dei lavori.

PRESIDENTE. Avverto che, se non vi sono obiezioni, la pubblicità dei lavori della seduta odierna sarà assicurata anche attraverso l'attivazione di impianti audiovisivi a circuito chiuso.

(Così rimane stabilito).

Audizione del professor Luciano Maiani, Presidente della Commissione nazionale grandi rischi.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia, l'audizione del professor Luciano Maiani, Presidente della Commissione nazionale grandi rischi.

Il professor Maiani è accompagnato dal professor Gaetano Manfredi, componente della Commissione per il settore rischio sismico.

Ringrazio tutti per la presenza e cedo subito la parola al professor Maiani.

LUCIANO MAIANI, *Presidente della Commissione nazionale grandi rischi*. Ringrazio la Commissione per aver voluto ascoltare le nostre opinioni su un argomento così importante come è quello della

valutazione della pericolosità e del rischio sismico e delle metodologie di previsione e allerta dei sismi.

È con me il professor Gaetano Manfredi membro della Commissione grandi rischi ed esperto in materia di vulnerabilità degli edifici, che è certamente uno degli argomenti importanti da tenere presente. Abbiamo consegnato un documento scritto, che vorrei sintetizzare, lasciando a un'eventuale discussione gli approfondimenti di dettaglio.

La nostra Commissione ha affrontato la questione del rischio sismico e delle metodologie di previsione a breve e medio termine dei sismi in due riunioni distinte, il 4 maggio e il 5 giugno, con l'audizione di esperti esterni alla Commissione stessa. Le raccomandazioni che abbiamo inoltrato al Capo del Dipartimento di Protezione Civile sono i punti che vi riassumerò.

Prima di entrare in argomento, vorrei dire che la Commissione ha raccomandato al Dipartimento di Protezione civile di promuovere e sostenere alcuni settori di attività nell'ambito sismico che comprendono ricerca di base, test e validazione di differenti metodi e trasformazione di metodi e risultati già disponibili in prodotti pre-operativi. È fondamentale che il Dipartimento di Protezione civile, che ha una posizione *super partes*, promuova queste attività e che sia dotato delle risorse necessarie per dar corso a tali iniziative.

La nostra Commissione ha in programma per i primi di luglio una riunione congiunta del settore rischio sismico e del settore rischio industriale per affrontare più specificamente i rischi industriali. Di questo, pertanto, non parlerò perché la Commissione non ha ancora assunto una posizione. Se la VIII Commissione lo ri-

tenesse necessario, potrò ritornare, presumibilmente a settembre, per riferire in merito.

Il primo argomento della relazione riguarda dunque la pericolosità e il rischio sismico. Essendo temi ben conosciuti, possiamo affermare alcuni aspetti. Il calcolo della pericolosità sismica si è evoluto in questi ultimi anni. Delle due metodologie esistenti, l'una ha a che fare con il metodo deterministico e l'altra con il metodo probabilistico. Ci sono due scuole di pensiero, ma lentamente stanno convergendo. Questi due metodi sono complementari tra loro e sicuramente dovranno essere considerati insieme.

Anche le altre metodologie usate per la mappatura della pericolosità su scala regionale e nazionale stanno convergendo, con dati complementari, con i metodi di consultazione degli esperti, eccetera. Un punto importante da dire è che l'incertezza statistica del calcolo della pericolosità sismica è maggiore nelle aree a sismicità media e che non si pensa che questa incertezza possa essere ridotta in tempi ragionevoli.

Per quanto riguarda la mappa del rischio sismico nazionale, la Commissione grandi rischi ha espresso l'indicazione di considerarla come un modello in evoluzione. Noi pensiamo cioè, che questa mappa deve essere rivista e aggiornata periodicamente, così come avviene nei principali Paesi avanzati. Negli Stati Uniti, ad esempio, la cadenza della revisione è di cinque anni.

Per questo abbiamo raccomandato alla Protezione civile di promuovere un programma di revisione del modello di pericolosità, che tenga conto dei recenti avanzamenti nelle metodologie di calcolo, nella conoscenza delle faglie attive, nella determinazione di modelli di sorgente, nell'applicazione di modelli basati sull'approccio fisico. In materia di pericolosità esistono infatti dei settori di ricerca molto importanti, che potranno essere applicati.

Mi preme sottolineare il confronto tra la mappa della pericolosità sismica dell'Emilia e i risultati del recente terremoto. Posso riassumervi l'opinione espressa dalla

Commissione come segue. La sismicità storica è incerta prima del 1570 e risulta difficile assegnare posizione e dimensione degli eventi nell'area interessata dalla sequenza in Emilia. Il modello di sorgente assegna alla zona colpita una magnitudo massima di 6.2, pienamente compatibile con i valori massimi osservati a tutt'oggi.

La conoscenza delle strutture profonde delle sorgenti sismiche è stata utilizzata per supplire alla mancanza di dati storici in alcune aree sorgenti della mappa. La mappa assegna valori della cosiddetta accelerazione di picco a terra pari a 0,175g con probabilità di eccedenze del 10 per cento in cinquant'anni.

Questo valore di riferimento è ben compatibile con i valori osservati nelle registrazioni strumentali, tenendo in considerazione i forti effetti di amplificazione dovuti alla geologia locale, le differenti caratteristiche delle sorgenti sismiche del 20 e 29 maggio e il fatto che i due eventi di magnitudo prossima a 6 hanno periodi di ricorrenza forse superiori a 475 anni.

Non ci sono elementi per concludere che il modello della mappa, entrato in vigore nel 2003, abbia mostrato limiti significativi nell'area colpita dalla sequenza emiliana fino a oggi. Mi permetto di ritornare su questo con una precisazione a proposito della distribuzione delle frequenze delle accelerazioni sismiche.

L'altro argomento che abbiamo considerato è quello della vulnerabilità del patrimonio edilizio a rischio sismico. Va ricordato che il processo di aggiornamento della pericolosità e delle norme sismiche per le costruzioni, avviato dopo il 2003, ha trovato completa applicazione solo nel 2009, dopo il tragico terremoto dell'Aquila (questa è una considerazione generale). Solo da pochi anni, dunque, tutto il territorio nazionale è classificato dal punto di vista sismico e il Paese dispone di una norma moderna per le costruzioni.

La presente rilevanza di edilizia storica e i ritardi nell'applicazione delle classificazioni della norma sismica hanno determinato una elevata vulnerabilità del costruito. Si può stimare che nelle aree a maggior rischio più dell'80 per cento degli

edifici non è costruito con criteri antisismici. La consistenza dei danni al patrimonio edilizio causati da ogni terremoto, non ultimo quello in Emilia, ne è una testimonianza.

Quando si considera il problema della vulnerabilità occorre ricordare che non sono oggi disponibili strumenti di previsione dei terremoti effettivamente utilizzabili ai fini di protezione civile. L'unica possibilità di svolgere una reale ed efficace azione di prevenzione consiste in poche e chiare azioni di riduzione della vulnerabilità del patrimonio edilizio: la scrupolosa e tempestiva applicazione di disposizioni normative e delle conoscenze tecniche oggi disponibili; la vigilanza da parte di enti pubblici territoriali nell'ambito delle proprie competenze; l'obbligatorietà dell'esecuzione di verifiche sismiche sugli edifici e sulle infrastrutture esistenti; l'incentivazione dell'iniziativa privata nella messa in sicurezza degli edifici; e una costante opera di informazione e formazione sia dei proprietari e utenti delle costruzioni che dei progettisti e costruttori.

Non ultima, è importante un'attività di avanzamento delle conoscenze scientifiche e tecniche nell'ambito dell'ingegneria sismica, attività che deve essere sostenuta e incoraggiata per produrre risultati traducibili in azioni concrete di miglioramento.

A proposito di questo, il terremoto dell'Emilia ci offre lo spunto per un certo numero di considerazioni. L'osservazione delle registrazioni strumentali mostra un pronunciato effetto di amplificazione dovuto alla copertura sedimentaria — la Val Padana —, che si è manifestato con significative accelerazioni spettrali nell'intervallo di periodi di 1-5 secondi.

Queste accelerazioni sono responsabili dei danni agli edifici in muratura di grande dimensione, quali torri, campanili e chiese, nonché ai capannoni industriali, che hanno periodi propri nella stessa banda.

La seconda considerazione è che i valori di amplificazione osservati ad alta frequenza sono compatibili in media con il fattore di amplificazione previsto dalla norma per il suolo di tipo C. Le ampli-

cazioni di bassa frequenza, invece, eccedono in alcuni casi i valori della norma e suggeriscono la possibilità di rivedere la forma dello spettro delle frequenze per aree con caratteristiche geologiche simili.

In terzo luogo, la sequenza sismica, in particolare l'evento del 20 maggio, ha dato luogo a vistosi fenomeni di liquefazione dei terreni, che in alcuni casi hanno coinvolto anche le fondazioni di edifici industriali e di abitazioni civili e gli argini fluviali. Si ravvisa la necessità di individuare le zone potenzialmente suscettibili di liquefazione nelle province interessate da attività sismica ed eseguire le opportune verifiche di stabilità delle strutture e infrastrutture interessate.

Un altro punto che avrà compimento proprio in questi giorni è l'opportunità di specifiche linee guida per il miglioramento sismico degli impianti industriali e delle strutture di supporto, per ridurre l'esposizione dell'industria italiana al rischio sismico.

Infine, ha colpito i nostri esperti la constatazione che in una zona a media sismicità come la piana emiliana si conferma ancora una volta la mancanza di una cultura generalizzata di buone pratiche costruttive, cosa che ha portato al danno generalizzato osservato in questa sequenza. In aggiunta all'applicazione delle norme, è fondamentale investire sull'educazione della comunità locale all'uso di buone pratiche costruttive per fronteggiare il rischio sismico.

Vengo alla questione dei metodi di previsione e allerta dei sismi, sulla quale abbiamo tenuto un'audizione il 4 maggio ultimo scorso. Dalla discussione che ne è scaturita sono emerse alcune osservazioni. In primo luogo, sono disponibili nella comunità accademica e presso l'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (INGV) diversi modelli, caratterizzati da differenti intervalli temporali di applicazione. Tra questi modelli ha avuto un certo risalto negli ultimi tempi il modello proposto dal gruppo di Trieste, che peraltro è applicato in Italia da più di due decenni e aggiornato con cadenza bimestrale.

Voglio sottolineare che le metodologie di previsione a breve e medio termine disponibili forniscono aumenti molto bassi della probabilità di occorrenza del terremoto rispetto al rischio stazionario e spesso coprono aree molto vaste.

La Commissione grandi rischi ha osservato che la problematica fisica dei terremoti, gli eventuali precursori e il processo di preparazione del terremoto non sono ancora stati affrontati in modo sistematico in Italia. Caldeggia, quindi, l'inizio di uno specifico programma di ricerca scientifica e di monitoraggio sulla previsione dei terremoti in tutti i loro aspetti. Per questo ha formulato una serie di raccomandazioni alla Protezione civile su un programma di ricerca che trovate esplicitato nella memoria scritta che ho depositato.

Concludo ribadendo che i modelli di previsione a medio e breve termine presentati a tutt'oggi coprono aree e periodi molto estesi, producono aumenti di probabilità molto bassi e sono caratterizzati da una grande variabilità e incertezza dei risultati. La conseguenza di questo è che essi non consentono al momento una ulteriore azione preventiva in aggiunta a quelle già previste dalla legislazione, anche se rinforzano una volta di più la necessità di controlli rigorosi delle misure preventive previste.

Dal punto di vista operativo, la situazione, anche sul piano internazionale, è in evoluzione. Il metodo seguito negli Stati Uniti e a livello internazionale è quello di confrontare rigorosamente e in modo indipendente le previsioni dei diversi modelli. È in corso, ad esempio, un'iniziativa internazionale — *Collaboratory for the study of earthquake predictability* (CESP) — che è già implementata per testare venticinque modelli di previsione statistica per l'Italia. Tra questi non sono ancora inclusi, ma sono oggetto di trattativa, i metodi CN e M8S.

La Commissione grandi rischi ritiene che in questo momento, come avviene già in diversi Paesi, sia opportuno eseguire un *benchmarking* dei differenti modelli nazionali, con conseguente formazione di un

protocollo di azione atto a fornire nel futuro alle autorità preposte alla sicurezza delle popolazioni eventuali linee di azione concreta. Questo è un punto importante: è difficile oggi agire sulla base di un determinato modello senza un sistematico confronto della sua validità.

La raccomandazione che abbiamo avanzato al Dipartimento della Protezione civile è di farsi promotore di iniziative specifiche in questo senso, costituendo un *panel* di confronto prevalentemente, se non esclusivamente, internazionale e chiedendo agli autori dei diversi modelli di sottoporli la propria proposta in base a regole prefissate, come avviene a livello internazionale.

Il *panel* dovrà stabilire a priori le regole per il confronto delle previsioni dei diversi modelli, effettuare il confronto stesso e suggerire le eventuali possibilità di combinazione dei modelli per ottimizzare le previsioni, una soluzione che sembra emergere dai lavori del CSEP. Corollario necessario di questa azione è che le previsioni dei modelli che non sono stati sottoposti allo scrutinio comparativo del *panel* non siano considerati dalla Protezione civile come base per possibili azioni preventive. In altri termini, la validità del modello deve essere riconosciuta da tale confronto prima di decidere azioni conseguenti alle previsioni del modello stesso.

Come ripeto, sono stato sintetico perché il documento è piuttosto dettagliato. Siamo disponibili a rispondere alle vostre domande. Il professor Manfredi, in particolare, ha fatto parte del gruppo di lavoro che sta elaborando — siamo ormai alle battute finali — le linee guida per il miglioramento della valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Maiani e, nell'autorizzare la pubblicazione in allegato al resoconto stenografico della seduta odierna della documentazione consegnata (*vedi allegato 1*), do la parola ai colleghi che vogliano intervenire per porre domande o formulare osservazioni.

AURELIO SALVATORE MISITI. Ringrazio il professor Maiani e la delegazione

qui presente. Le considerazioni che ci ha esposto sono utili per le nostre future attività legislative e ci ricordano che alla Protezione civile devono essere date indicazioni su come affrontare l'evento in modo tale da rendere minime le conseguenze negative per la popolazione e per le cose.

Il problema fondamentale di questa relazione è riferibile alla vulnerabilità del patrimonio edilizio. È questa, infatti, la vera questione. Io porrei una domanda specifica al professor Manfredi che, essendo docente di tecnica delle costruzioni, è molto attento a questo aspetto. Sotto-scrivo tutto ciò che ha detto il professor Maiani, ma vorrei avere più conoscenza sull'esistenza o meno di innovazioni recentissime sull'adeguamento sismico degli edifici, in particolare degli edifici storici.

Per esempio, sappiamo che le torri dal 1200 al 1600 sono crollate in tutto il centro-nord anche a causa di piccoli movimenti sismici perché, evidentemente, non trovano alcuna resistenza rispetto alla componente orizzontale dei terremoti che, quindi, si portano via tutto, mentre rispetto a quella verticale le costruzioni riescono a sopportarla. Cosa si può prevedere in questi casi, che riguardano soprattutto i beni culturali? Sarebbe utile, per esempio, una cucitura con perforazione di ferro e cemento pozzolanico?

Vorrei sapere inoltre se esistono sperimentazioni recenti non solo di mezzi per l'adeguamento, ma anche per l'isolamento sismico. È possibile questo nelle strutture storiche, che vanno maggiormente salvaguardate?

GIANLUCA BENAMATI. Vorrei alcune delucidazioni e alcuni chiarimenti a conferma della mia interpretazione.

Mi pare che la relazione della Commissione grandi rischi evidenzii il fatto che, per quanto riguarda i metodi predittivi, siamo in una fase di ricerca iniziale. Mi corregga se sbaglio, ma mi pare che venga anche un'indicazione relativa alla necessità di sostenere tale attività di ricerca in

un quadro di prospettiva che fra qualche anno renda fruibile una modellistica predittiva.

Per quanto riguarda, invece, la prevenzione, la Commissione ci fa notare che una revisione delle mappe, tenendo conto tanto del metodo probabilistico quanto delle metodologie in campo, quindi anche di metodi neo deterministici, sarebbe positiva, così come sarebbe auspicabile un continuo aggiornamento delle mappe stesse. Ho sentito parlare di un controllo ciclico ogni cinque anni. È un dato sicuramente importante.

C'è un tema su cui ho qualche perplessità e che riguarda la mia regione. Si è detto che la mappa dell'Emilia non presentava limiti e nello stesso tempo che i danni sarebbero stati causati da un'adeguatezza del patrimonio edilizio e produttivo. Vorrei fare chiarezza. Il patrimonio edilizio e produttivo era adeguato e idoneo ai tempi in cui è stato realizzato e alla normativa allora vigente. Vorrei che anche la Commissione grandi rischi facesse chiarezza su questo.

Aprire, come alcuni di noi sostengono, una fase del Paese in cui si provveda anche ad aggiornamenti può valere in prospettiva, ma è difficile sostenere che quanto costruito in passato rispettando le classificazioni e le normative allora esistenti non fosse adeguato. Probabilmente non rispettava la normativa successiva, ma così non doveva essere. Vorrei che chiarisse questo concetto, onde evitare equivoci.

Sono d'accordo per quanto riguarda la ricerca scientifica. Stavamo per proporre un piano antisismico nazionale nel quale fosse anche prevista una conferenza nazionale sulla sismica. Vorrei dunque sapere cosa ne pensate.

Di recente sulla stampa sono apparsi i termini di una vostra comunicazione al Governo sulla situazione in Emilia-Romagna e sull'analisi geologica delle diverse faglie che lasciava presagire eventi di più ampia portata rispetto a quelli che si sono verificati. Le vostre indicazioni sono quelle

riportate dalla stampa o c'è qualcosa in questo documento di cui non siamo a conoscenza?

Potete dirci quali erano gli estremi di quella comunicazione?

RAFFAELLA MARIANI. Sarò velocissima. Avete parlato di un modello di calcolo della pericolosità in evoluzione, ma questo mal si concilia con il compito del legislatore di definire l'adeguamento della normativa. Voi stessi sottolineate che l'ordinanza di Protezione civile n. 3274 del 2003, originata dal sisma di San Giuliano di Puglia, è stata applicata solo nel 2009, dopo un altro terremoto. Abbiamo, cioè, atteso il terremoto dell'Aquila per avere una normativa tecnica definita e aggiornata.

Il legislatore ha sicuramente le sue responsabilità, ma ci risulta difficile compiere delle scelte in attesa che si concludano le discussioni tra Protezione civile, Consiglio superiore dei lavori pubblici e altre commissioni tecnico-scientifiche, che continuano a parlare di evoluzione dei modelli.

Ci sentiamo anche « inermi » rispetto al miglioramento della vulnerabilità del patrimonio edilizio esistente, tant'è che nelle zone classificate come sismiche fin dal principio sono stati la cultura dei cittadini e il retaggio di gravi tragedie a comportare l'adeguamento del patrimonio edilizio.

Io vivo in Garfagnana, che è zona ad alto rischio sismico, e lì i cittadini costruiscono secondo una certa cultura sia perché lo dicono le norme sia perché si ha esperienza di gravissimi terremoti. La riuscita di questo sta nella cultura e nella prevenzione, ma anche nella semplicità e nei riscontri della normativa tecnica, che deve poi passare attraverso azioni parlamentari.

Vorrei chiedervi se anche dal vostro punto di vista non sia il caso di cercare di far conciliare più velocemente i tempi dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche e tecniche con l'adeguamento della normativa e se avete un'idea delle ragioni

per cui ci sono voluti sei anni — dal 2003 al 2009 — per adeguare la normativa in materia.

TINO IANNUZZI. Ringrazio il presidente Maiani per la sua relazione e saluto tutta la delegazione.

Nelle azioni di riduzione della vulnerabilità del patrimonio edilizio sono indicate quattro tipologie di intervento, tra cui l'incentivazione dell'iniziativa privata alla messa in sicurezza degli edifici. Nella previsione originaria delle agevolazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie (il cosiddetto « 36 per cento ») erano incluse anche le misure di consolidamento statico e antisismico, entro un limite di spesa, assolutamente inadeguato, di 48.000 euro, portato a 96.000 euro dal recente decreto-legge n. 83 del 2012.

La mia impressione, però, è che questa misura sia assolutamente insufficiente rispetto a questo scopo specifico. Suppongo, infatti, alla luce delle mie scarsissime cognizioni tecniche, che anche 96.000 euro spalmati in dieci anni per interventi di consolidamento statico e antisismico siano un limite di spesa inadeguato e irrilevante.

Chiedo quindi conferma di un'impressione che ricavo della relazione. Sarebbe utile, opportuna e positiva una misura di incentivazione fiscale specifica, molto più consistente nell'importo e nel volume complessivo di spesa, da destinare espressamente al consolidamento statico e antisismico?

PRESIDENTE. Do la parola al presidente Maiani e al professor Manfredi per la replica.

GAETANO MANFREDI, *Componente della Commissione nazionale grandi rischi per il settore rischio sismico*. Ringrazio gli onorevoli commissari per le domande così precise e significative. Cercherò di rispondere rapidamente, partendo dal tema degli edifici storici.

Il problema degli edifici storici è uno dei problemi tipici dell'Italia. Abbiamo un patrimonio edilizio storico molto rilevante e dobbiamo coniugare la sicurezza di

questo patrimonio storico e determinati principi di conservazione. La nostra cultura di conservazione del bene culturale ci impedisce, infatti, di fare grandi trasformazioni. Peraltro, noi italiani siamo *leader* a livello mondiale quanto a competenza nel saper coniugare sicurezza e principi di conservazione dei beni culturali.

Si citava l'esempio delle torri. Il terremoto c'è sempre stato e le persone hanno sempre costruito, anche prima che ci fossero le norme. In genere nelle zone sismiche le torri venivano incatenate. Quelle che noi chiamiamo volgarmente « catene » garantiscono, infatti, il comportamento scatolare della torre e quindi una maggiore resistenza all'azione sismica. Inoltre, le torri erano costruite con un particolare rapporto tra base e altezza, in modo da essere più resistenti. Questo sapere nasce da un'esperienza sviluppata nei secoli, giacché le torri che crollavano venivano ricostruite in altro modo.

Il problema è che nelle zone a media sismicità, in cui il periodo di ritorno dei terremoti è molto lungo — cinquecento anni in Emilia —, questa capacità costruttiva tradizionale non ha pervaso il costruito. Ciò rende necessari interventi diffusi per migliorare la capacità sismica e ridurre la vulnerabilità.

L'isolamento sismico è certamente una tecnica molto valida nel campo della riduzione della vulnerabilità sismica, ma lo è meno nei beni culturali perché molto invasiva. Spesso non è applicabile perché richiederebbe trasformazioni della struttura eccessivamente importanti e non compatibili con il principio del restauro e della conservazione dei beni culturali. È ovvio, tuttavia, che si potrebbe fare anche con poco, che un intervento diffuso si può realizzare.

Mi ricollego all'osservazione dell'onorevole Benamati perché è opportuno chiarire bene il significato di buona pratica costruttiva. Tutte le costruzioni che sono state realizzate in Emilia sono state costruite seguendo la normativa dell'epoca. Non sono fuori norma perché la norma non prevedeva la presenza di azione sismica. Ma a differenza di altre zone

analoghe, per esempio del Centro-Sud dell'Italia, in cui la classificazione sismica è molto recente, nella Pianura padana in generale manca la conoscenza diffusa, elementare del costruire antisismico che deriva dall'esperienza e che c'è, ad esempio, nella Garfagnana dove la frequenza dei terremoti è molto più alta.

Molti dei danni che si sono verificati derivano sicuramente dalla mancata applicazione della norma, ma anche da « piccoli » errori. Ci sono stati, ad esempio, molti danni alle costruzioni agricole, ad esempio, perché i tetti erano costruiti con forme spingenti, cioè senza la catena inferiore. In una zona dove c'è una tradizione costruttiva sismica indipendentemente dalla normativa, tutti i tetti spingenti sono collegati con una catena. Questo avrebbe ridotto enormemente i crolli, a prescindere dalla normativa.

Noi sappiamo che in zona sismica bisogna ammorsare i cantonali delle strutture in muratura perché questo garantisce il comportamento scatolare della struttura. Il modo tradizionale di costruire in quelle aree (in Emilia), invece, non prevede l'ammorsamento. Per questo la Commissione grandi rischi ritiene che, oltre all'aspetto della normativa, sia importante cercare di diffondere, soprattutto in queste zone, una cultura costruttiva che tradizionalmente non si è creata tra le maestranze e tra chi opera nei piccoli interventi, che spesso determinano grandi danni. Sarebbe molto utile per ridurre il rischio in maniera diffusa.

È vero che la Garfagna è una zona limitrofa all'Emilia, ma lì la frequenza dei terremoti è molto più alta e si sa (questo fenomeno è stato studiato a livello internazionale) che, quando il periodo di ritorno dei terremoti supera una generazione, la percezione e la resilienza della popolazione si riduce drasticamente. È un problema di trasmissione dell'esperienza.

Per quanto riguarda l'incentivazione ricordata dall'onorevole Iannuzzi, credo che sia il tema chiave. È necessario, soprattutto per l'edilizia privata, che gli incentivi siano vincolati in maniera specifica al miglioramento sismico. Questo si collega

anche al tema della percezione. Il nostro è un Paese a media sismicità e non a grande sismicità come il Giappone o gli Stati Uniti. Perciò la percezione media del rischio nella popolazione è bassa.

Se a un cittadino medio italiano, anche in una zona sismica, si chiede se preferisca rendere antisismica la casa o avere pavimenti più belli, sceglierà i pavimenti perché ritiene che il terremoto non arriverà.

Quindi, o si crea un meccanismo che impone alle persone di andare in quella direzione oppure credo che l'efficacia degli incentivi sia intrinsecamente molto ridotta.

LUCIANO MAIANI, *Presidente della Commissione nazionale grandi rischi*. Ringrazio anch'io per le domande molto precise che sono state poste. Risponderò subito a proposito delle indicazioni sull'Emilia che la Commissione ha fornito.

Penso che chi ha formulato la domanda si riferisse al comunicato, emesso dal Governo, che noi abbiamo steso come sintesi delle nostre raccomandazioni. Questo comunicato è visibile sul sito della Presidenza del Consiglio e penso di non dover aggiungere a quanto lì è scritto molto chiaramente. Semplicemente lo segnalo.

Per quanto riguarda la revisione delle mappe e l'evoluzione dei modelli, il problema è delicato e la Commissione lo ha posto in termini molto *soft*. Cercherò di dirvi cosa penso.

Da una parte, è evidente che un atto importante come quello della mappatura e della classificazione sismica non può non essere soggetto a revisione. Non possiamo pensare che valga per sempre. L'esempio dell'Emilia è tipico. È stato un aggiornamento necessario, che era nei cassetti da molto tempo.

Ricordo che è stato fatto *in primis* nel 2003, dopo l'evento che ha colpito la scuola di San Giuliano. Dovremmo cercare di uscire da questa situazione di emergenza, per la quale si rinforzano le regole solo come risposta ai disastri. Tale revisione andrebbe fatta a cadenze regolari.

Dall'altra parte, la legislazione conseguente non può essere cambiata troppo

rapidamente. Che non si possano cambiare le regole una volta ogni cinque anni è perfettamente chiaro, ma penso anche che le revisioni una volta ogni cinque anni non saranno drastiche. Nel tempo si aggiungeranno delle variazioni finché poi si tireranno le somme. A quel punto si potranno fare gli opportuni interventi legislativi.

Capisco che la situazione sia complicata, ma credo sia molto importante.

PRESIDENTE. Ringrazio, a nome dell'intera Commissione, il professor Maiani e il professor Manfredi e dichiaro conclusa l'audizione.

Audizione del professor Stefano Gresta, Presidente dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia, l'audizione del professor Stefano Gresta, Presidente dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia.

Salutiamo anche il dottor Warner Marzocchi, geofisico e ricercatore dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia.

Ringrazio tutti per la presenza e do subito la parola al professor Gresta.

STEFANO GRESTA, *Presidente dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia*. Ringrazio il presidente e tutti i membri della Commissione. La presentazione che abbiamo preparato riguarda anche lo stato dell'arte della sequenza sismica in Emilia-Romagna, certamente facendo riferimento anche al contesto più generale della pericolosità sismica del nostro Paese, l'oggetto sul quale siamo stati convocati.

Quello che vedete è un quadro delle registrazioni e delle localizzazioni dei terremoti ottenuto dalla rete dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (INGV) nel corso di otto anni. Circa 85.000 terremoti in otto anni fa una media di 10.000 terremoti localizzati all'anno. Pesa nella

media la lunga sequenza dell'Aquila e pesa la sequenza attuale, che consta a oggi di circa 2.000 terremoti localizzati a partire dal 20 maggio fino a oggi.

Vi rendete conto immediatamente che si tratta di numeri importanti e tengo a dire, subito, che tutti i ricercatori del nostro istituto contribuiscono alla localizzazione dei terremoti, al loro studio e alla caratterizzazione sismica del territorio nazionale. La maggior parte dei ricercatori che si occupa di sismologia lavora nelle sezioni più settentrionali del nostro ente, come Roma, Bologna e Milano. Le sezioni più a Sud, Napoli, Catania e Palermo, sono dedicate allo studio della vulcanologia. Nel complesso, se teniamo conto anche del nostro personale precario, l'istituto è ben dimensionato. Tutto il personale, comunque, compresi i precari, è necessario per le attività che svolgiamo.

Le frecce sulla tavola che vedete indicano i vettori della deformazione o meglio la velocità con cui l'Italia si sposta verso nord spinta dalla placca africana. Questi dati derivano da rilievi delle nostre stazioni GPS. A livello nazionale non opera soltanto una rete sismica, ma anche una seconda rete di stazioni GPS.

Il fenomeno che stiamo osservando in questi giorni è la spinta della placca africana che fa muovere l'intera penisola italiana. La placca adriatica, che fa parte di quella africana, si infila sotto la Pianura padana. Lo scontro di queste due zolle provoca deformazioni nel corso del tempo e ogni tanto rottura: rottura significa terremoto.

Questo è l'insieme delle scosse a tutt'oggi registrate. Le stelle indicano i sei terremoti di magnitudo maggiore di 5 e i quadrati quelli di magnitudo maggiore di 4. L'attività sismica copre una fascia di circa 50 chilometri. Inserendo in un contesto geologico questa attività, distinguiamo gli epicentri, colorati in giallo, dell'attività sismica conseguente al terremoto del 20 maggio, attività compresa quindi tra il 20 e il 28 maggio. I cerchi rossi identificano invece l'attività successiva alla seconda scossa principale del 29 maggio, quella più a occidente.

Ci concentreremo ora sul fatto che possiamo definire due sequenze sismiche ravvicinate nel tempo, con l'attivazione di due sorgenti. I terremoti si sono verificati in un contesto abbastanza ben conosciuto dal punto di vista geologico. Le cosiddette « pieghe ferraresi », le strutture attive nell'area, erano note. Quelle che vedete riportate in nero sono, ad esempio, le faglie che si identificano lungo queste strutture e che fanno parte del *database* delle faglie ritenute potenzialmente attive sul nostro territorio nazionale.

I quadrati che vedete riportati in aggiunta sono i terremoti storici avvenuti in quell'area. Ovviamente non abbiamo strumenti per localizzare i terremoti storici, ma abbiamo le informazioni delle cronache coeve. Mettendo assieme i dati che ci derivano dalla lettura delle cronache coeve è possibile ricostruire la localizzazione dei terremoti e la loro intensità sulla base dei danni che hanno prodotto.

Tornando alla nostra sequenza, questa che vedete ora è una immagine tecnica, ma mi preme farvi osservare quelli che con un termine confidenziale definiamo « palloni da spiaggia », ovvero i meccanismi focali del terremoto. Ci dicono come è avvenuta la rottura sulla faglia. Come vedete, hanno tutti la stessa forma e lo stesso andamento. Il nero al centro significa rotture di tipo compressivo: l'Appennino sale sulla placca e rompe. Tutti i nostri terremoti, quindi, indipendentemente dal fatto che si siano attivate due sorgenti, rientrano in questo contesto di compressione.

In verde sono indicati i due terremoti che si sono verificate nel frattempo, ma che non fanno parte della sequenza vera e propria, cioè i terremoti isolati di Pordenone, a Nord, e di Ravenna. Pur essendo due eventi isolati, che non fanno parte di questa sequenza, il meccanismo è però lo stesso. Rientrano cioè nello stesso chiaro contesto di attività compressiva.

Ora vedete la distribuzione nel tempo dei terremoti a partire dal 20 maggio fino a questa mattina. I diversi colori indicano i terremoti di magnitudo più elevata: quelli in rosso sono i terremoti di magnitudo 5

e così via a scalare in termini di energia, di potenza dei terremoti. Questi sono gli eventi che si sono verificati il 20 maggio. Vediamo poi una diminuzione del numero delle scosse fino al 29 maggio, con l'altra scossa principale e tutte le repliche verificatesi in giornata.

Ora, invece, il quadro che ci si mostra è di diminuzione. Nel tempo dunque ci si attende un andamento in diminuzione sia nel numero sia nell'energia delle singole scosse. Questo non significa che la sequenza sia finita, ma che sta seguendo la legge di esaurimento di energia disponibile nella crosta per la rottura. Tuttavia, non possiamo escludere il verificarsi di eventi isolati, anche di energia confrontabile.

Le cronache del passato, ad esempio, ci dicono che dal 1570 le sequenze sismiche nella stessa area sono durate diversi anni. Questo non significa, stando alla fonte coeva, continuità nel tempo. Significa che molto probabilmente ci sono state scosse, periodi di relativa calma e successivamente altre scosse. Un solo caso non può fare la regola, ma dobbiamo tenere conto anche dell'informazione storica.

Comunque, dal punto di vista strumentale, la sequenza si sta esaurendo.

Questo spaccato ci mostra come i due terremoti principali cadano lungo strutture in salita e ben note, come dicevamo prima. Essendo caratterizzata da estrazione di petrolio e gas naturale, l'area è stata molto ben studiata dalle compagnie petrolifere con indagini geofisiche fin dal dopoguerra e i dati sono a disposizione della comunità scientifica.

Quello che vedete ora è, invece, il campo della deformazione ottenuta attraverso dati di tipo satellitare. Complessivamente questo è il campo della deformazione. Lo vediamo meglio in quest'altra foto che ci mostra come, a seguito dei due terremoti, la parte più orientale si sia sollevata in maniera permanente (è ancora oggi sollevata di circa 15 centimetri). L'effetto del terremoto si è prodotto dunque non soltanto con la propagazione delle onde, che hanno dato luogo allo scuoti-

mento del suolo e al danneggiamento osservato, ma anche con una deformazione permanente.

Dall'analisi dell'intero campo è possibile modellare il comportamento delle due differenti strutture interessate dal terremoto del 20 e del 29 maggio. Poiché sono più di uno i satelliti che passano su quest'area, è possibile utilizzare, con la tecnica di interferometria satellitare, dati di diversi satelliti. I pallini rappresentano la distribuzione degli epicentri delle scosse. La deformazione si è ovviamente verificata là dove si sta manifestando la sequenza sismica.

Questa tavola mostra l'interpretazione dei dati nelle tre dimensioni. Il campo delle deformazioni — con una scala esagerata — ci dice dove si sono prodotti i sollevamenti e di quanti centimetri. Sotto trovate il risultato della modellazione, ovvero ciò che riusciamo a ricavare, invertendo questi dati, in termini di estensione della frattura e orientamento del piano della frattura del terremoto del 20 e del terremoto del 29 maggio.

Ovviamente, le nostre ricerche si basano su dati di tipo strumentale, ma anche sulla raccolta delle informazioni che provengono dai cittadini. Sul nostro sito *web* è presente uno questionario a cui rispondono le migliaia di cittadini iscritti al sito nel momento in cui avvertono un terremoto. Questo che vedete ora è il cosiddetto « campo macro sismico », cioè come la gente ha risentito dell'evento. Spalmata sul territorio, questa rilevazione ci indica l'area epicentrale attorno al settimo grado, al sesto grado, al quinto grado e così via. C'è da rilevare la grande estensione dell'area di quarto grado. Quarto grado significa che il terremoto viene percepito dalla popolazione anche con spavento, ed è un'area vasta, arrivata per questo terremoto anche in Austria. Questo dipende da come si propagano le onde. Evidentemente, nel loro percorso in Italia settentrionale, le onde non sono così attenuate come in altre aree e quindi la percezione dello scuotimento investe ampie zone.

Questo è il campo macro sismico che abbiamo ricavato dalle interviste inviate via *e-mail*.

Si è parlato delle mappe di pericolosità. La sequenza cade, come vedete, in una fascia in cui, secondo la mappa della pericolosità sismica italiana, sono previste accelerazioni di picco da 0,25 a 0,15g, il che vuole dire che la sequenza si è verificata in una fascia classificata a bassa pericolosità. Ma fin dall'inizio abbiamo però detto che, per come è concepita la mappa, bassa pericolosità non significa soltanto piccoli terremoti di modesta entità. Significa che il maggiore evento atteso, un terremoto di magnitudo prossima a 6, si può verificare a distanza di cento, duecento o trecento anni dal precedente. È un evento raro, ma non impossibile.

Oltretutto, le istruzioni per l'uso della carta della pericolosità indicano che la componente orizzontale del moto del suolo è calcolata su suolo roccioso, mentre in quell'area i suoli sono di tipo sedimentario, che cioè amplificano il moto. Come fanno gli ingegneri sismici, se al valore di 0,15g si apporta un fattore correttivo dovuto alle caratteristiche dello strato sedimentario, si arriva ai valori di accelerazione che praticamente sono stati osservati.

Quella che vedete ora è la carta di pericolosità del contesto italiano che è stata realizzata dal nostro istituto nel 2003 ed è diventata legge dello Stato. Sul nostro sito *web* è possibile estrarre da tale carta tutte le informazioni possibili. La carta comunemente riportata prevede un picco di accelerazione con una probabilità di accadimento del 10 per cento in cinquant'anni. È una trattazione cioè di tipo probabilistico che, estrapolata, si traduce in un 100 per cento ogni 500 anni circa. È possibile disaggregare i dati di questa carta fino al livello di utilizzo dei singoli professionisti, di chi progetta l'edificato nelle diverse aree del territorio nazionale.

Si noti che i comuni definiti sismici per la prima volta dal 1984 in avanti coprono tutte le aree dove sono presenti le diverse classificazioni delle zone 1, 2, 3 e 4. Tutti gli edifici costruiti prima in queste aree sono

stati costruiti senza tener conto di una qualsiasi normativa di tipo antisismico. Il vero problema è considerare la consistenza o la vetustà del nostro patrimonio edilizio.

Io vivo da trent'anni a Catania, un'area ad elevata pericolosità sismica, e conosco il patrimonio edilizio esistente a Catania. Del resto, questo è un problema che investe tutto il territorio nazionale e che non può essere affrontato con metodi di previsione dei terremoti. L'eventuale esistenza di un algoritmo in grado di avvertirci che da qui a sei mesi si verificherà un forte terremoto nella Sicilia orientale non aggiunge nulla, se non allarmismo, a una considerazione che stiamo facendo da trent'anni.

Il patrimonio edilizio privato e pubblico e i siti industriali devono essere ristrutturati e messi a norma rispetto alla carta della pericolosità, che è un prodotto ancora valido.

Grazie per l'attenzione.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Gresta e autorizzo la pubblicazione in allegato al resoconto stenografico della seduta odierna della documentazione consegnata (*vedi allegato 2*).

Devo, purtroppo, far presente che è imminente la ripresa dei lavori dell'Assemblea e che quindi dobbiamo concludere i nostri lavori. D'intesa con il professor Gresta, potremmo rinviare il seguito dell'audizione a una prossima seduta, da tenere in tempi brevi; nel frattempo i deputati farebbero pervenire alla presidenza quesiti ed osservazioni che la stessa avrebbe cura di trasmettere allo stesso professor Gresta.

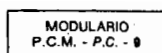
Non essendovi obiezioni, rinvio il seguito dell'audizione ad altra seduta.

La seduta termina alle 16.

IL CONSIGLIERE CAPO DEL SERVIZIO RESOCONTI
ESTENSORE DEL PROCESSO VERBALE

DOTT. VALENTINO FRANCONI

*Licenziato per la stampa
il 14 settembre 2012.*



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

COMMISSIONE NAZIONALE PER LA PREVISIONE
E LA PREVENZIONE DEI GRANDI RISCHI

INDAGINE CONOSCITIVA SULLO STATO DELLA SICUREZZA SISMICA IN ITALIA

Considerazioni sulla valutazione della pericolosità e del rischio sismico e sulle metodologie di previsione ed allerta dei sismi

Commissione Ambiente, CAMERA dei Deputati, 20 giugno 2012

Luciano MAIANI
per la Commissione Grandi Rischi

PREMESSA

La Commissione Grandi Rischi ha affrontato le questioni del rischio sismico e delle metodologie di previsione a breve-medio termine nelle riunioni del Settore Rischio Sismico del 4 maggio e del 5 giugno u.s., con l'audizione di esperti esterni alla Commissione stessa.

Illustriamo in questo contributo le principali conclusioni cui è pervenuta la Commissione e che sono riportate nelle raccomandazioni già inviate al Direttore del Dipartimento della Protezione Civile per le opportune considerazioni.

Come indicato nel seguito, la CGR ha raccomandato al DPC di promuovere e sostenere alcuni settori di attività nel settore sismico quali: (i) ricerca di base, (ii) test e validazione di differenti metodi, (iii) la trasformazione dei metodi e risultati già disponibili in prodotti pre-operativi. È fondamentale che il DPC sia dotato delle risorse necessarie per dare corso rapidamente queste iniziative.

La CGR ha in programma, nel prossimo mese di luglio, una riunione congiunta dei Settori Rischio Sismico e Rischi Industriali, per esaminare la questione del rischio industriale connesso alla sismicità. Ove ritenuto opportuno, sarò lieto di riferire alla Commissione Ambiente sui risultati della riunione stessa.

PERICOLOSITÀ E RISCHIO SISMICO

In sintesi, possiamo affermare quanto segue.

- Il calcolo della pericolosità sismica è evoluto in modo sostanziale negli ultimi anni, sia per la disponibilità di nuovi dati ottenuti da terremoti recenti, sia per lo sviluppo di nuove metodologie.
- Considerazioni sulle metodologie per il calcolo della pericolosità sismica non devono essere confuse con considerazioni sui livelli di rischio accettabile; è necessaria una

chiara definizione delle domande e applicazioni a cui l'hazard intende rispondere. Questa definizione deve venire da parte della comunità ingegneristica e ancor più da parte degli utilizzatori finali.

- Le metodologie probabilistiche e deterministiche per il calcolo della pericolosità sismica sono complementari e non in contrapposizione; l'approccio probabilistico è basato sulla modellazione di singoli eventi, ognuno trattato quindi deterministicamente, ma con la propria probabilità di occorrenza. L'approccio probabilistico è necessario per individuare gli eventi dominanti, che possono poi essere trattati con un approccio deterministico.
- Le metodologie usate per la mappatura della pericolosità a scala regionale-nazionale e quelle usate per studi di sito (ad esempio per RIR) stanno convergendo: nell'uso integrato di dati complementari (catalogo sismico, geologia, geodesia), nei metodi di elicitazione degli esperti per la costruzione del modello, nell'approccio sistematico alla valutazione delle incertezze statistiche (uso di alberi logici per la valutazione dell'incertezza epistemica) e nel trattamento delle condizioni specifiche di sito (amplificazione locale).
- L'incertezza statistica nel calcolo della pericolosità sismica è maggiore nelle aree a sismicità media e non riducibile.
-

MAPPA DI RISCHIO SISMICO NAZIONALE

La CGR-SRS incoraggia a considerare il modello di pericolosità come un modello in evoluzione che, con cadenza periodica, recepisca gli ultimi risultati e modelli, ad es. con una revisione ogni 5 anni, come negli USA.

In materia, la CGR-SRS ha raccomandato alla DPC di promuovere un programma di revisione del modello di pericolosità italiana che tenga in conto dei recenti avanzamenti:

- nelle metodologie di calcolo della pericolosità sismica;
- nelle conoscenze sulle faglie attive;
- nella determinazione di modelli di sorgente;
- nell'applicazione di modelli basati sull'approccio fisico alla generazione dei terremoti e degli aspetti temporali della distribuzione della sismicità;

Questo programma dovrà includere una fase di ricerca per la validazione delle metodologie esistenti e lo sviluppo di nuove metodologie che una fase di implementazione delle metodologie validate in un sistema pre-operativo in collaborazione con il DPC.

ADEGUATEZZA DEL MODELLO DI PERICOLOSITÀ SISMICA MPS04

La sequenza in Emilia ha sollevato interrogativi sull'adeguatezza della mappa di pericolosità sismica MPS04 usata per la normativa antisismica (Ordinanza PCM 3519/2006*), specificatamente per le aree a bassa e media sismicità.

Sulla base degli elementi disponibili, la CGR-SRS ha formulato le seguenti considerazioni:

- La sismicità storica è molto incerta prima del 1570, e risulta difficile assegnare la posizione e dimensione degli eventi nell'area interessata dalla sequenza in Emilia; il modello di sorgente assegna alla zona colpita una Magnitudo massima di 6.2, pienamente compatibile con i valori massimi osservati a tutt'oggi.
- La conoscenza delle strutture profonde e della sorgenti sismiche è stata utilizzata per supplire alla mancanza di dati storici in alcune aree sorgente del MPS04, e la

caratterizzazione della sorgenti nel database DISS ha rispecchiato la distribuzione osservata nella sequenza sismica

- La mappa assegna valori di PGA di 0.175g con probabilità di eccedenza di 10% in 50 anni per l'area colpita dal terremoto; questo valore di riferimento è ben compatibile con i valori osservati nelle registrazioni strumentali, tenendo in considerazione i forti effetti di amplificazione dovuti alla geologia locale, le differenti caratteristiche delle sorgenti sismiche del 20 e 29 maggio, e il fatto che i due eventi di Magnitudo prossima a 6 hanno periodi di ricorrenza forse superiori a 475 anni

In conclusione, non ci sono elementi per concludere che il modello MPS04 abbia mostrato dei limiti significativi nell'area colpita dalla sequenza emiliana a tutt'oggi.

VULNERABILITA' DEL PATRIMONIO EDILIZIO E RISCHIO SISMICO

Il processo di aggiornamento della pericolosità e delle norme sismiche per le costruzioni avviato dall'ordinanza della Protezione civile OPCM 3274 del 2003 ha trovato la sua completa applicazione solo nel 2009 dopo il tragico terremoto dell'Aquila. Solo da pochi anni, quindi, tutto il territorio nazionale è classificato come sismico ed il paese dispone di una norma moderna per le costruzioni.

La presenza rilevante di edilizia storica (più della metà dei 22000 centri storici italiani si trovano in Comuni a più alto rischio sismico) ed i ritardi nell'applicazione della classificazione e della norma sismica (nelle aree a maggior rischio più dell'80% degli edifici non sono costruiti con criteri antisismici) hanno determinato una elevata vulnerabilità del costruito. La consistenza dei danni al patrimonio edilizio causati da ogni terremoto, non ultimo quello in Emilia, ne sono la testimonianza.

Non sono oggi disponibili strumenti di previsione dei terremoti effettivamente utilizzabili ai fini di protezione civile. L'unica possibilità di svolgere una reale ed efficace azione di prevenzione consiste in poche e chiare azioni di riduzione della vulnerabilità del patrimonio edilizio, e in particolare:

- la scrupolosa e tempestiva applicazione di disposizioni normative e conoscenze tecniche già disponibili, che implica anche una attenta e costante azione di vigilanza da parte di enti pubblici territoriali nell'ambito delle proprie competenze;
- l'obbligatorietà dell'esecuzione di verifiche sismiche sugli edifici e le infrastrutture esistenti e della conseguente programmazione, da parte sia di enti pubblici che privati, degli interventi di rinforzo, eventualmente necessari, di tutte le costruzioni strategiche e rilevanti;
- l'incentivazione dell'iniziativa privata nella messa in sicurezza degli edifici
- una costante opera di informazione e formazione, sia dei proprietari ed utenti delle costruzioni che dei progettisti e dei costruttori.

A ciò va affiancata una continua attività di avanzamento delle conoscenze scientifiche e tecniche nell'ambito dell'ingegneria sismica e tale attività va sostenuta e incoraggiata nel produrre risultati traducibili in azioni concrete di miglioramento delle tecnologie e delle procedure di prevenzione.

Come in ogni terremoto, anche nella sequenza dell'Emilia ci sono con tutta evidenza alcuni spunti di riflessione. Ad esempio:

- l'osservazione delle registrazioni strumentali (sia GPS ad alta frequenza che accelerometri) mostra un pronunciato effetto di amplificazione dovuto alla copertura sedimentaria, che si è manifestato con significative accelerazioni spettrali nell'intervallo di periodi di 1-5 secondi; queste accelerazioni sono responsabili dei danni agli edifici in muratura di grandi dimensioni (quali torri, campanili e chiese) nonché ai capannoni industriali, che hanno periodi propri nella stessa banda
- mentre i valori di amplificazione osservati ad alta frequenza sono compatibili in media con il fattore di amplificazione previsto per il suolo di tipo C della norma, le amplificazioni a bassa frequenza eccedono in alcuni casi i valori della norma e suggeriscono la possibilità di rivedere la forma dello spettro per aree con caratteristiche geologiche simili
- la sequenza sismica, ed in particolare l'evento M5.9 del 20 maggio, ha dato luogo a vistosi fenomeni di liquefazione dei terreni, che in alcuni casi hanno coinvolto anche le fondazioni di edifici industriali e per civili abitazioni, e gli argini fluviali. Si ravvisa la necessità di individuare le zone potenzialmente suscettibili di liquefazione nelle province interessate dall'attività sismica e di eseguire le opportune verifiche di stabilità delle strutture ed infrastrutture potenzialmente interessate
- l'opportunità di specifiche linee guida per il miglioramento sismico degli impianti industriali e delle strutture di supporto per ridurre l'esposizione dell'industria italiana al rischio sismico
- la constatazione che in una zona a media sismicità come la piana emiliana, si conferma ancora una volta la mancanza di una cultura generalizzata di buone pratiche costruttive (*best practice*) che ha portato al danno generalizzato osservato in questa sequenza; in aggiunta all'applicazione delle norme, è fondamentale investire sull'educazione della comunità locale all'uso di buone pratiche costruttive per fronteggiare il rischio sismico.

METODI DI PREVISIONE ED ALLERTA DEI SISMI

La discussione svolta in seno alla CGR-SRS, con l'intervento di esperti provenienti dalla comunità scientifica di riferimento, ha evidenziato quanto segue.

- Sono disponibili diversi modelli, nella comunità accademica e nell'INGV, caratterizzati da intervalli temporali diversi di applicazione.
- Metodi basati sull'osservazione di variazioni statistiche dell'attività sismica - quali CN e M8S del gruppo di Trieste - sono applicati in Italia da 20 anni e sono aggiornati con cadenza bimestrale.
- Le metodologie disponibili di previsione a breve-medio termine forniscono aumenti molto bassi della probabilità di occorrenza del terremoto rispetto all'hazard stazionario, e spesso coprono aree molto vaste.

La CGR-SRS ha osservato che la problematica fisica dei terremoti, gli eventuali precursori fisici e il processo di preparazione non sono stati ancora affrontati in modo sistematico in Italia, e che si rende necessario uno specifico programma di ricerca scientifica e di monitoraggio sulla previsione dei terremoti in tutti i suoi aspetti.