Trimestrale
03-2022
Pagina 46/50
Foglio 1 / 5
Raffaello Cortina Editore
PROMETEO
Tiratura: 14.300
Diffusione: 9.700
www.ecostampa.it

RICERCA FELIX

LA SCIENZA SOTTO I NOSTRI PIEDI

Da Benevento alla Calabria, passando per gli States. È stato il tragitto di Maria Giovanna Durante, ingegnere sismico e "cervello", oggi rientrata in Italia. Una storia esemplare.

Elena Cattaneo

Gli studiosi di scienze cognitive insegnano che il nostro cervello è in gran parte rimasto al "tempo delle caverne", quando si privilegiava un atteggiamento limitato alla sopravvivenza immediata. Per questa ragione la nostra reazione istintiva di fronte a fenomeni nuovi o percepiti come non controllabili è la paura. Tuttavia, decine di migliaia di anni di progresso hanno permesso a Homo Sapiens di identificare e imparare a usare uno strumento eccezionale per affrontare la paura dell'ignoto: la conoscenza.

Maria Giovanna Durante, ingegnere geotecnico, "cervello" rientrato in Italia dalla California grazie al *Programma Marie Sklodowska-Curie*, oggi ricercatrice dell'Università della Calabria, ha iniziato a tracciare la sua strada di studiosa proprio come reazione alla paura: «Sono cresciuta non lontano dall'Irpinia, territorio segnato nella memoria e nei luoghi dal terribile sisma del novembre 1980. Pensare a come in pochi secondi quell'evento avesse distrutto e segnato così profondamente un'intera area e tante vite mi turbava, ma al tempo stesso mi affascinava e incuriosiva. Questo mi ha spinto a voler capire: la conoscenza trasforma la paura, o almeno aiuta a gestirla in modo razionale».

Il percorso di Durante inizia nelle aule di Ingegneria civile dell'Università degli Studi del Sannio di Benevento. In questo periodo, grazie al *Programma Erasmus*, trascorre alcuni mesi alla University of Bristol, dove la sua tesi sperimentale si sviluppa in uno dei laboratori di ingegneria sismica migliori d'Europa. Dopo la laurea, i suoi studi proseguono con un dottorato alla Federico II di Napoli. L'obiettivo del suo campo di ricerca è la mitigazione del rischio sismico e la salvaguardia della vita umana durante i terremoti. Nelle sue parole avverto la motivazione che spinge tanti studiosi, impegnati e appassionati, a lavorare affinché tragedie come quelle causate dal terremoto dell'Irpinia del 1980 o a seguito della sequenza sismica di Amatrice e Norcia del 2016 non accadano più.

Oggi la sua ricerca si concentra sugli effetti dei terremoti sulle opere esistenti, e in particolare sull'interazione tra le strutture (ad esempio, un palazzo o un'infrastruttura stradale), le fondazioni e il terreno sottostante: «Studio quello che succede al di sotto dei nostri piedi osservando come tali sistemi rispondono a sollecitazioni sismiche». Ma quindi, che differenza c'è tra il suo lavoro e quello di un sismologo? «Il sismologo studia le cause dei terremoti, la loro frequenza, le modalità di propagazione delle onde sismiche, e si occupa della loro registrazione. L'ingegnere sismico, invece, si occupa degli effetti del terremoto sul patrimonio costruito, sulle strutture e infrastrutture e, nel mio caso, anche sulla meccanica dell'interazione tra terreno e struttura». Per farlo – mi spiega Durante - è necessario simulare i terremoti attraverso modelli fisici in laboratorio, in grandezza reale o in scala, o con modelli numerici. «La mia ricerca si pone a metà strada tra questi due mondi, cercando di prendere il meglio di entrambi».

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.
0053345
L'ECO DELLA STAMPA
LEADER IN MEDIA INTELLIGENCE
Raffaello Cortina

PROMETEO

Raffaello Cortina Editore

Tiratura: 14.300
Diffusione: 9.700

www.ecostampa.it

Pescara del Tronto: la devastazione prodotta dal sisma del 24 Agosto 2016, a pochi chilometri dall'epicentro.

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

0053445

L'ECO DELLA STAMPA®
LEADER IN MEDIA INTELLIGENCE

Raffaello Cortina

Raffaello Cortina Editore

PROMETEO

Tiratura: 14.300
Diffusione: 9.700

www.ecostampa.it

RICERCA FELIX

COME STUDIARE L'INFINITAMENTE GRANDE

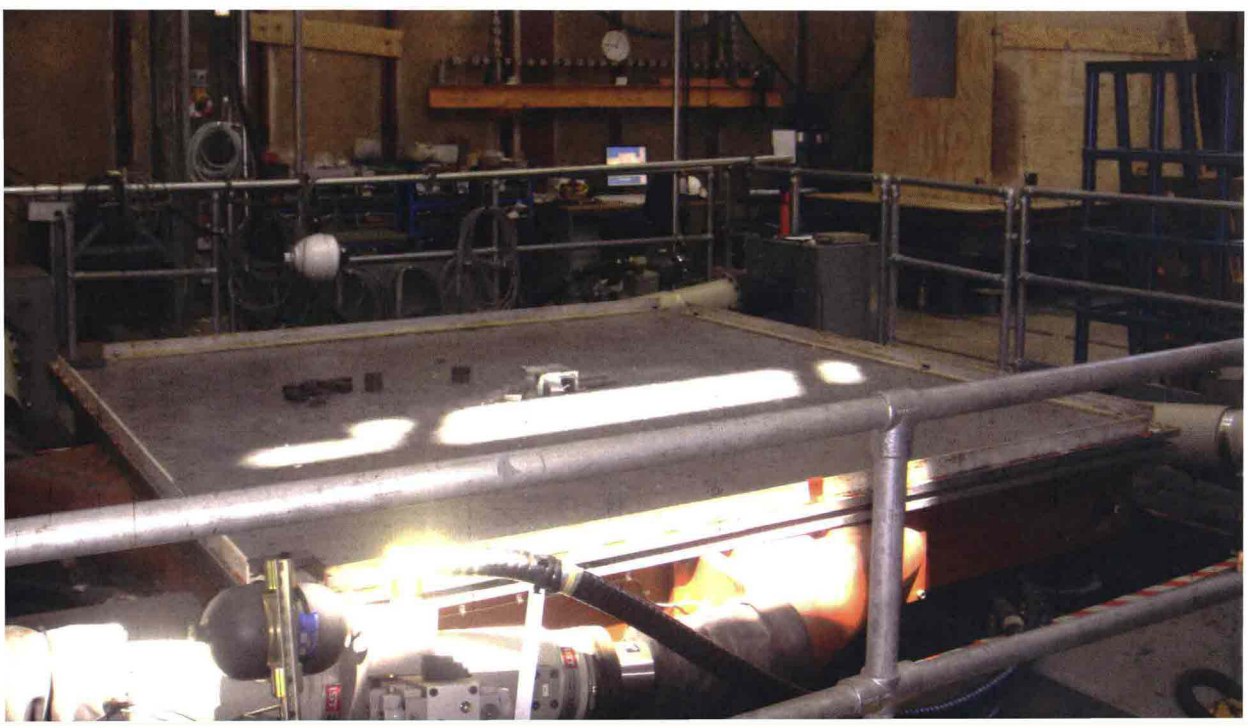
L'ingegneria sismica moderna è una disciplina relativamente giovane: inizia con lo studio sistematico degli effetti e delle cause dei terribili terremoti di San Francisco nel 1906 e di Reggio Calabria e Messina nel 1908, mentre la prima *World Conference on Earthquake Engineering* si svolge nel 1956 a San Francisco e rappresenta lo spartiacque per la nascita della moderna ingegneria sismica.

Durante mi spiega che il terremoto di Amatrice del 24 Agosto 2016 liberò un'energia paragonabile a quella della bomba di Hiroshima. Come si può studiare un fenomeno così "enorme" ? Si può simulare "sul campo"? Faccio fatica a immaginarlo, perciò le chiedo di descrivermi un laboratorio di ingegneria sismica.

«È un grande spazio dove si costruiscono modelli in scala di strutture o infrastrutture, che vengono sottoposti ad accelerazioni simili a quelle indotte da un sisma reale. Per farlo utilizziamo apparecchiature che possono muovere il modello a grosse velocità e in tutte le direzioni. I laboratori hanno spesso grandi aperture, per facilitare l'accesso dei mezzi di trasporto e del materiale che servirà per costruire il modello (acciaio, calcestruzzo, terreno, etc.). Spesso nelle immediate vicinanze del laboratorio è presente la sala di controllo, da dove vengono avviate e monitorate le prove grazie ad una serie di monitor che trasmettono in tempo reale i dati delle apparecchiature di controllo presenti nel modello. I costi di un laboratorio di questo tipo sono significativi, parliamo di diversi milioni di euro, e dipendono da tanti fattori, primo tra tutti la tecnologia utilizzata per la simulazione dei terremoti e la sua capacità».

Per le simulazioni in laboratorio esistono due strumenti: la *tavola vibrante* e la *centrifuga geotecnica*. La prima è una tavola di metallo, spesso quadrata, collegata nella parte inferiore a degli "attuatori" in grado di imporre gli spostamenti prodotti dai terremoti. Tipicamente gli spostamenti delle tavole vibranti sono orizzontali, ma le più sofisticate (e costose) riescono a simulare tutte le azioni prodotte da un terremoto: spostamenti nelle due direzioni orizzontali e in quella verticale. Le dimensioni variano molto a seconda dello scopo, dalle tavole vibranti didattiche con superfici di appena un metro quadrato (usate anche dalla protezione civile durante gli eventi di divulgazione) a quelle a grandezza naturale: «lo standard – mi spiega – è 2-3 metri per lato. La tavola più grande al mondo, invece, si trova in Giappone ed ha una superficie di 300 metri quadrati!».

La centrifuga è invece un braccio metallico, alla cui estremità è collegata una scatola con dentro il modello, che ruotando simula le tensioni cui sono sottoposti terreni ed opere infrastrutturali. Utilizzando questo processo si possono simulare le forze che agiscono su una struttura in vera grandezza anche per modelli in scala molto piccoli. Solitamente sia le tavole vibranti che le centrifughe vengono assemblate direttamente in laboratorio, e sono fornite da ditte specializzate che si occupano della progettazione e realizzazione di strumenti personalizzati, in caso di esigenze particolari in termini di prestazioni e/o dimensioni. Perciò è difficile che ci



Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

0053445

L'ECO DELLA STAMPA®
LEADER IN MEDIA INTELLIGENCE

VOLUME 34, NUMBER 4 NOVEMBER 201
EARTHQUAKE SPECTRA
The Professional Journal of the Earthquake Engineering Research Institute

Sopra, la cover di *Earthquake Spectra* di Novembre 2018 con immagini da ricostruzione 3D del terremoto che ha colpito il Centro Italia nel 2016. Nello stesso numero l'articolo di cui Maria Giovanna Durante è coautrice, premiato come migliore dell'anno. Nella pagina a fianco, la tavola vibrante della University of Bristol utilizzata da Durante per lo studio dell'interazione terreno-struttura.

siano due laboratori con apparecchiature identiche. Con queste apparecchiature si può riprodurre una vasta gamma di terremoti.

In entrambi i casi, i ricercatori lavorano su un modello in scala, in cui viene inserita una serie di dispositivi (accelerometri, misuratori di spostamento, di pressione, di deformazione, ecc.) che permettono di leggere le risposte al sisma dei vari componenti: terreno, fondazione e struttura in elevazione nel caso di prove di interazione terreno-struttura. Capisco che le più grandi limitazioni sono legate al numero ridotto di prove da poter effettuare a causa dei costi eccessivi – «un minimo di una decina di migliaia di euro per tenere impegnato il laboratorio per 3-4 giorni» – e al rischio di rottura di qualche componente e/o sensore durante la prova, che potrebbe compromettere la corretta interpretazione dei risultati.

«Durante il dottorato – ricorda –, ho avuto la fortuna di partecipare ad un progetto di ricerca che prevedeva la simulazione di costruzioni su fondazioni profonde (i cosiddetti "pali di fondazione") su tavola vibrante presso la University of Bristol. Questa esperienza mi ha permesso di imparare a riconoscerne pregi e difetti». E invece quali sono i vantaggi e le limitazioni delle simulazioni numeriche? «Il dispendio economico è molto minore, ma serve una grande conoscenza della risposta dei singoli elementi e della loro interazione, per evitare errori di interpretazione o di modellazione. Oggi mi capita sempre più spesso di studiare sulle simulazioni numeriche e sull'interpretazione dei risultati con tecniche di intelligenza artificiale». Un approccio che - mi racconta - rappresenta una novità nel suo settore e che, come spesso accade, per potersi affermare ha dovuto superare le resistenze di molti, risultati alla mano.

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SULLE "SABBIE MOBILI"

Nel 2018, mentre si trovava a Los Angeles presso la University of California, Durante fu coinvolta in un progetto di ricerca particolarmente ambizioso, inizialmente accolto con scetticismo: sfruttare le capacità computazionali del supercomputer accademico più veloce al mondo (presso il centro di ricerca *Texas Advanced Computing Center* – TACC – presso la University of Texas di Austin) in una ricerca che non coinvolgesse le tradizionali analisi di modellazione numerica.

«Nel progetto avremmo dovuto valutare la possibilità di integrare tecniche di intelligenza artificiale – come ad esempio quelle che fanno funzionare il navigatore satellitare del nostro smartphone – in una disciplina "tradizionale" come la geotecnica, per lo studio del *lateral spreading*». Si tratta di un importante movimento laterale, causato da un fenomeno detto di "liquefazione", in cui il terreno improvvisamente perde gran parte della sua resistenza e capacità portante, adottando un comportamento simile a quello di un liquido. Un po' come le sabbie mobili nei film d'avventura. La liquefazione del terreno sotto un edificio, spesso, ne genera il collasso senza che vi siano danni alla struttura in elevazione. Una condizione che – mi spiega – era stata largamente osservata a seguito del terremoto del 2011 a Christchurch in Nuova Zelanda: un sisma di magnitudo 6.3 che causò 185 vittime, più di mille feriti e, precedentemente, a seguito del terremoto del 1964 di Niigata, in Giappone, dove alcuni edifici, per il resto completamente intatti, si sono ribaltati su un lato, a causa dell'improvvisa liquefazione del terreno. E in Italia? «L'ultimo in ordine di tempo è stato a seguito del terremoto del 2012 in

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.
0053445
L'ECO DELLA STAMPA
LEADER IN MEDIA INTELLIGENCE
Raffaello Cortina

ELENA CATTANEO

«Da circa trent'anni dedico la mia vita alla ricerca su una malattia ereditaria neurodegenerativa, la Còrea di Huntington: molti progetti, molti giovani coinvolti, molti risultati – raggiunti anche dopo vari fallimenti – di cui sentiamo, come ogni studioso sente, tutto l'orgoglio e la responsabilità. Nel 2013 sono stata nominata dal Presidente della Repubblica Senatrice a vita per meriti scientifici. Su queste pagine proverò a portare un po' di luce nei tanti "coni d'ombra" in cui si trova confinato lo straordinario mondo della ricerca italiana». Nel 2021 ha pubblicato *Armati di scienza*, Cortina Editore.

Emilia-Romagna. Intere aree ne sono state interessate, e in alcune di queste si è generato anche un significativo *lateral spreading*».

Ma torniamo al progetto di ricerca. Quando iniziò Durante sapeva poco o nulla delle tecniche di intelligenza artificiale. Inoltre, era tra le prime a usarle nel suo settore, e c'era lo scetticismo da superare: mischiare l'intelligenza artificiale alla geotecnica – basata soprattutto sul dato empirico, sull'esperienza e l'osservazione – era considerato quasi un oltraggio dai ricercatori "classici".

Poi, con lo studio e la pratica arrivarono i risultati che chiarirono i dubbi iniziali. «Al contrario di quanto si pensasse, modelli efficaci per predire gli effetti della liquefazione non devono basarsi per forza su pochi casi di studio ben caratterizzati, ma possono essere ottenuti con analisi di *big data*». Mi spiega infatti che database molto ampi possono compensare la minore qualità del singolo dato; e oggi, grazie alle moderne tecnologie di osservazione che usano anche dati satellitari o ricostruzioni 3D di intere aree sorvolate da droni, la quantità di dati disponibili dopo un terremoto è molto più elevata che in passato. «Sono riuscita per la prima volta a definire una gerarchia d'importanza tra i parametri di *input* di questi modelli e ciò permetterà in futuro di calibrare meglio gli investimenti per la raccolta dei dati. Ho chiarito per la prima volta la reale importanza e i rispettivi pesi dei dati regionali (facilmente reperibili su larga scala) e sito-specifici (più costosi e da reperire sul sito, caso per caso): è vero che questi ultimi migliorano la qualità della predizione, ma non sono sempre imprescindibili. Infine, ho definito quali modelli di intelligenza artificiale possano essere utilizzati, e come, in applicazioni di ingegneria sismica, tracciando la strada per studi futuri che combinino *big data* e conoscenze di ingegneria geotecnica sismica».

L'articolo scientifico che riporta i risultati del progetto di Durante è stato pubblicato il 1 Novembre 2021 su *Earthquake Spectra*, una delle riviste di ingegneria sismica più prestigiose al mondo, selezionato dall'editore e dal comitato editoriale come *Editor's choice*, meritando la copertina del volume su cui è stato pubblicato.

LA CONOSCENZA ANTIDOTO DELLA PAURA

Il lavoro dello scienziato non si esaurisce in laboratorio, ma si completa nella società, nell'offrire dati ed evidenze come base per le decisioni individuali o per la comunità, nell'interesse e per il benessere di tutti.

Con Durante ricordiamo le tante tragedie che negli anni passati hanno travolto diverse zone dell'Italia e le chiedo come le conoscenze odierne possono intervenire per rendere più sicuro il Paese: «L'Italia è ricca di centri storici, di edifici costruiti in anni in cui il terremoto era considerato una sorta di "punizione divina" cui non si sapeva rispondere. Le conoscenze che abbiamo raggiunto nel corso dei secoli possono aiutarci a studiare interventi volti a preservare e proteggere la bellezza dei nostri borghi. Oggi abbiamo imparato bene a prevedere gli effetti del sisma sulle opere esistenti; quello che ancora manca è imparare a intervenire sulle opere in maniera proattiva, a prevenire i crolli effettuando una corretta manutenzione e interventi mirati ad aumentare la resistenza in caso di terremoto. L'altro aspetto da considerare è che anche edifici e infrastrutture (ponti, dighe, ecc.) più recenti, per garantire una corretta risposta in condizioni sismiche, hanno bisogno di interventi di manutenzione volti a ripristinare una resistenza che col tempo tende a ridursi. Inoltre, fenomeni come la liquefazione sono di recente scoperta, e quindi è solo da pochi anni che esistono modelli affidabili di previsione».

La paura del terremoto è insita in molte persone, non solo in chi vive in zone dove è vivo il ricordo del dolore e della distruzione causati da un sisma. Studiare e ricercare per aumentare la nostra conoscenza e capacità di affrontare questi fenomeni è la chiave per diminuire questa paura. Una corretta progettazione sismica e interventi di mitigazione mirati – come ad esempio il rinforzo strutturale, il miglioramento di sistemi di fondazione di edifici e infrastrutture esistenti, il miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni, l'introduzione di sistemi di isolamento sismico – consentono di essere preparati, aiutano a ridurre di molto i danni e rafforzano la percezione dei terremoti come eventi i cui effetti, in molti casi, si possono controllare e rendere meno distruttivi. Questo è uno dei modi in cui la conoscenza può farci sentire tutti più sicuri. ■

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.
0053445
L'ECO DELLA STAMPA
LEADER IN MEDIA INTELLIGENCE
Raffaello Cortina