

Giurisprudenza e Scienza  
Accademia Nazionale dei Lincei  
9-10 Marzo 2016

-----

Scienza e Diritto: *Le Liaisons Dangereuses*

Giuliano F. Panza\*, Paolo Rugarli^

\* olim Professore Ordinario di Sismologia presso DMG-UNITS, Trieste;  
Professore onorario IG-CEA, Beijing; Accademico Linceo – panza@units.it

^Ingegnere Strutturista presso Castalia srl - [paolo.rugarli@castaliaweb.com](mailto:paolo.rugarli@castaliaweb.com)

## Introduzione

### Diritto

Il Diritto è sorto ben prima della Scienza, e ben se ne comprende la ragione: infatti, non è necessario che insiememente di esseri umani siano organizzati da regole razionali, internamente non contraddittorie e puntualmente verificate dal confronto sperimentale, mentre è assolutamente indispensabile che qualche regola che presieda al loro comportamento ci sia, onde evitare il caos. Dice Foscolo che *nozze e tribunali ed are diero alle umane belve esser pietose di se stesse e d'altrui*, e fa appunto coincidere la comparsa di tali istituzioni con il sorgere della civiltà.

*Una* civiltà non necessita di regole non contraddittorie, e neppure del suffragio del metodo sperimentale. *Una* civiltà necessita però di regole condivise e di valori comuni. Quindi, a questo riguardo, si può ben dire come fa Ugo Foscolo che l'esistenza di regole chiare e determinate (i "tribunali"), con le quali organizzare ed eventualmente sanzionare il comportamento delle persone, coincide con l'esistenza di una qualche forma di "civiltà".



Figura 1. Rivista di dottrina *Il Diritto Razzista*, Gennaio-Agosto 1941, frontespizio

Un insieme di regole chiare, univocamente interpretabili e non contraddittorie, rispetto a principi di base fissati in una *Costituzione* o altrove, può essere considerato un primo fondamentale sottoinsieme

nell'insieme dei *Diritti* possibili, una sotto specie di *Diritti* già più evoluta rispetto a quella dei *Diritti* platealmente contraddittori o basati sul capriccio di un monarca o sacerdote (*"quia nominor leo"*). Ma i principi di base (e.g. "i nobili non pagano le tasse", "il primogenito eredita tutto", "la razza ariana è superiore a tutte le altre, l'ebraica è una razza inferiore", e più ancora "esistono le razze") possono non essere motivati da alcun confronto sperimentale, venendo fissati come *a priori* indiscutibili dalle consuetudini o dai sistemi di credenze stratificatisi col tempo. E nondimeno ci sarà *Diritto*.

Ad esempio si legge nel numero 1-4 del 1941 della rivista *Il Diritto Razzista* (Romano, 1941):

*"Ma bisogna altresì osservare che la dizione di razza è molto lata e generica; e la norma stessa è piuttosto elastica, dato che non è in essa specificato quale dei due genitori, l'italiano o lo straniero, sia di razza ebraica e quale, l'ebreo o l'ariano, sia di nazionalità straniera. Potremmo quindi, sotto questo riguardo, avere due combinazioni: un genitore straniero di razza ebraica e un genitore straniero non di razza ebraica; ovvero un genitore italiano di razza ebraica e un genitore straniero non di razza ebraica".*

Non si può negare che vi sia un atteggiamento metodico e classificatorio (sebbene piuttosto sgangherato anche logicamente) ed un sincero tentativo di esaustività, per quanto aberrante. Una tale ricerca oggi stride rispetto al contenuto sostanziale, come spesso succede nel rileggere leggi scritte in altre epoche o contesti culturali e civili.

Più divertente la descrizione ad ampi cerchi concentrici che porta Giuseppe Tortosa, autore di una *Medicina Forense* del 1829 (Tortosa, 1829), a definire cosa abbia a intendersi per *debito coniugale*:

*Il vincolo del Matrimonio, in virtù delle civili sue dipendenze e della sacramentale dignità a cui viene elevato, impone ai contraenti una estesa serie di doveri, regolati dalla veneranda autorità delle leggi. Il primario di tanti doveri, il quale, conformemente alle intenzioni della natura e della bene intesa Polizia dei Governi, fu dalla Ecclesiastica podestà provvidamente sistemato, chiamasi dai Teologi per eccellenza il debito coniugale. Da questo importante dovere deriva il decantato diritto di libera petizione, del quale godono reciprocamente i maritati, per cui trovansi astretti a porgersi scambievol sollievo nelle veneree indigenze, e per cui reo diviene di colpa grave quello che nega all'altro la ricercata soddisfazione.*

E naturalmente, un tale debito, poteva prevedere alcune eccezioni e non altre, ad esempio, planando dagli alti voli ad una più terrena urgenza

*La gravidanza, considerata in se stessa, non può in veruno dei differenti suoi tempi dispensare la moglie dal debito coniugale.*

Il Diritto positivo può essere al tempo stesso meticoloso, puntuale e strutturato nelle sue regole di dettaglio, e irrazionale, iniquo, completamente infondato, contraddittorio o ridicolo nelle sue basi di principio. Perché esso sia accettato è solitamente sufficiente una autorità dotata di potere militare o religioso, ma un vasto consenso, non importa quanto irrazionale e infondato, magari perché manipolato, ne garantisce una maggior durata ed una più facile applicazione. A tale riguardo sono non a caso nel corso del tempo diventati strategici, come formatori del *consenso*, i mezzi d'informazione di massa ed i loro officianti, come gli *anchorman*, i *politici* (ormai attori) ed i comici.

Il Diritto cristallizza costumi praticati dando loro un ordine, o talvolta vieta costumi praticati proibendoli; inventa delle regole, e fin da epoche assai remote appare la opportunità che tali regole siano, o meglio, appaiano, non contraddittorie.

Secondo alcuni studiosi, sono le dotte dissertazioni dei giuristi, attraverso il meccanismo plastico dell'*interpretazione*, a consentire l'evoluzione e addirittura la *creazione* del Diritto. Non è infatti infrequente osservare che alle più alte Corti è demandato il fondamentale ruolo di interpretare e confrontare le leggi, dando a queste, di fatto, nuova sostanza (e infatti per questo la nomina delle Alte Corti assume un significato anche politico, e sentenze delle alte Corti hanno impresso cambiamenti epocali, magari dando ragione a una metà e torto ad un'altra, in opposizione tra loro).



**Figura 2. Rosa Parks**

Altre volte la contraddittorietà, pur ben evidente, non è affrontata perché è la traccia di un problema più vasto, di una tara che è propria della *civiltà* che ha espresso quelle regole. Verrà *scoperta* a tempo debito e conseguentemente "corretta". Non a caso talvolta le leggi prima di essere abolite cadono semplicemente in disuso, indizio di una loro non più completa adesione ai costumi correnti. In altri casi, come quello di Rosa Parks, che si rifiutò di alzarsi da un posto riservato ai bianchi, o di Franca Viola, che rifiutò di sposare con matrimonio riparatore il suo rapitore e violentatore, è l'eroica determinazione di singoli individui pronti a sfidare il costume o la legge, che ne denuda l'assurdità e ne favorisce lo smantellamento.

Fino a pochi anni fa (1981), e certo molto dopo l'approvazione della *Costituzione della Repubblica Italiana*, il matrimonio riparatore estingueva il reato commesso con il rapimento e lo stupro (art. 544 c.p.):

*Per i delitti preveduti dal capo primo e dall'articolo 530, il matrimonio, che l'autore del reato contragga con la persona offesa, estingue il reato, anche riguardo a coloro che sono concorsi nel reato medesimo; e, se vi è stata condanna, ne cessano l'esecuzione e gli effetti penali".*

Il *delitto d'onore*, riceveva un trattamento diverso dall'omicidio puro e semplice (art. 587), mentre il pestaggio della moglie o della sorella o figlia fedifraga era libero (infatti qui *infra*, l'articolo 581 punisce le percosse):

*"Chiunque cagiona la morte del coniuge, della figlia o della sorella, nell'atto in cui ne scopre la illegittima relazione carnale e nello stato d'ira determinato dall'offesa recata all'onore suo o della famiglia, è punito con la reclusione da tre a sette anni. Alla stessa pena soggiace chi, nelle dette circostanze, cagiona la morte della persona che sia in illegittima relazione carnale col coniuge, con la figlia o con la sorella....) Non è punibile chi, nelle stesse circostanze, commette contro le dette persone il fatto preveduto dall'articolo 581".*

Queste aberranti leggi ormai abolite, trovano eco rafforzata e maggiormente brutale nelle recenti notizie giornalistiche in merito alla “Fatwa 64” emessa dall’ISIS, sé dicente Stato Islamico (AA.VV., Fatwa 64), dove l’uso sessuale della donna non è semplicemente impunito, ma addirittura previsto e regolato.

---

ISIL COMMITTEE OF RESEARCH AND FATWAS  
FATWAS No. 61, 62, and 64-68

Fatwa Number: 64  
Date: 29 JAN 2015

Question: Some of the brothers have committed violations in the matter of the treatment of the female slaves. These violations are not permitted by Sharia law, because these rules have not been dealt with in ages. Are there any warnings pertaining to this matter? May Allah protect you.

**Figura 3. Da AA.VV. (2015), l’inizio della Fatwa 64**

La Fatwa può ben essere considerata, all’interno di quel sistema, una regola di *Diritto*, nel senso che è tesa a regolare, evidentemente perché necessario, il trattamento delle schiave sessuali visto nella prospettiva di una specifica interpretazione del Corano necessaria a quello Stato. Data l’estrema crudeltà della Fatwa, ci si limita a riportarne solo alcuni passaggi indicativi:

*(omissis)*

- *Se una donna prigioniera è incinta, il suo proprietario non è autorizzato ad avere rapporti sessuali con ella fino a dopo il parto.*
- *Il proprietario di due sorelle non può avere rapporti sessuali con entrambe; piuttosto, egli può averne solo con una. L’altra sorella sarà da lui posseduta se egli cesserà di essere proprietario della prima vendendola, dandola via o liberandola.*
- *...(omissis)*
- *Il proprietario di una donna prigioniera deve mostrare compassione verso di lei, essere con lei gentile, non deve umiliarla, e non deve assegnarle dei lavori che lei non sia in grado di fare.*

E’ curioso che il Tortosa nel 1829 e gli autori della Fatwa abbiano entrambi sentito il bisogno di normare l’utilizzabilità sessuale della donna incinta: un “problema” sentito in *civiltà* e tempi diversi. Sembra inoltre appena lievemente contraddittorio prescrivere di trattare con gentilezza una schiava sessuale, ma ciò che interessa qui è che gli autori di questo pezzo di *Diritto ISIS*, a noi contemporaneo, non abbiano né visto né percepito alcuna contraddizione, o che se lo hanno fatto, non vi hanno trovato alcunché di inaccettabile.

Affermare che il *Diritto* può contenere regole aberranti o contraddittorie e che vi sono numerosi esempi nel passato remoto e recente, ed anche nel presente, di leggi contraddittorie e strampalate, non vuol dire che *tutte* le leggi, i *Diritti* ed i sistemi giuridici siano necessariamente o egualmente iniqui. Ciò che si vuole sostenere è che la non contraddittorietà, il rigore logico e l’esistenza di principi generali condivisibili e universali, non sono una *condizione necessaria* alla creazione di un qualche *Diritto*. E forse, come vedremo, neppure di parti di quello vigente oggi in Italia.

## **Scienza**

La Scienza è l'organizzazione razionale e non contraddittoria delle informazioni in nostro possesso, con l'avvertenza che per quanto elegante, bella e internamente non contraddittoria una teoria possa essere, se questa non ha la verifica sperimentale, resta essenzialmente un parto della fantasia.

Contrariamente a quanto normalmente si crede, nella gran parte dei casi anche le teorie scientifiche sono un prodotto della fantasia, regolata dalla non contraddittorietà e dal rigore logico. Tuttavia, rispetto alle creazioni della fantasia pure e semplici, le affermazioni scientifiche devono avere la verifica sperimentale. Come ha spiegato Popper, esse possono essere falsificate da nuove evidenze sperimentali o superate da teorie, più generali (ovvero in grado di spiegare più fenomeni) o più semplici (ovvero, sulla scia di Guglielmo d'Occam, tali da ottenere con maggior eleganza e semplicità il medesimo risultato).

Nel parlar corrente, invece, Scienza è sinonimo d'infallibilità, e per qualcuno addirittura di sicumera. Ma un conto è cercare di utilizzare al meglio le informazioni in nostro possesso per formulare teorie che siano apparentemente, sino a nuova evidenza, validate dall'esperienza, un altro conto è pretendere di sostenere che tali teorie siano definitive, immutabili e soprattutto ontologicamente in relazione con i fenomeni e le esperienze che tentano di ordinare.

Alla ricerca di modelli che possano spiegare e che siano in accordo con i dati sperimentali, lo scienziato non si occupa dell'accettabilità sociale dei risultati del suo lavoro. Dunque, può ben accadere che la Scienza ponga la società di fronte a dilemmi molto difficili da dirimere, come ad esempio i recenti progressi della biologia molecolare e della genetica, o anche quelli della geofisica (sismologia) e dell'ingegneria strutturale, che portano a concludere che milioni di persone rischiano di perire sotto le macerie delle loro abitazioni, e nonostante ciò non si fa nulla o quello che si fa è controproducente.

La ricerca del progresso scientifico può subire limitazioni per motivi etici che possono essere compresi, ancorché esterni al sistema scientifico stesso: è giusto che gli scienziati tengano conto anche del fatto che vi sono ricerche scientifiche, pur magari fruttuose da un punto di vista informativo, le quali possono essere moralmente inaccettabili nel luogo e tempo in cui sono proposte o persino universalmente reputate inaccettabili: si pensi alla sperimentazione di nuovi farmaci su pazienti umani ed ai rischi connessi (Angell, 2015).

Non sempre tuttavia limitazioni di questo genere sono atte a impedire sperimentazioni aberranti: si sono dati casi di indagini scientifiche che hanno inorridito chi ne ha avuto notizia, come ad esempio la serie di esperimenti condotta dal Dott. Mengele nei campi di concentramento nazisti: nessun *Diritto* venne a impedire tali attività. Ma anche senza scomodare il Dott. Mengele, recentemente ci sono state violazioni di regole base che oggi fanno impallidire, ad esempio:

*tra in 1956 ed il 1972 fu condotto uno studio alla Willowbrook State School for the Retarded in New York, in cui i bambini furono deliberatamente infettati dal virus della epatite per studiare il corso naturale del male ed il suo trattamento (Angell, 2015).*

Quando le teorie scientifiche sono falsificate o sbagliate, falsificato o sbagliato è tutto quanto ne consegue. Se un nuovo esperimento viene a smentire certe previsioni o modelli, si hanno teorie falsificate. Le teorie concepite in modo tale da non essere falsificabili, ovvero sottoponibili ad esperimenti atti a

inficiarne i risultati, sono invece intrinsecamente sbagliate. In tal caso però non è corretto parlare di teorie scientifiche.

Ad esempio, dire che a Napoli un terremoto con scuotimenti di 0.6g, ovvero  $6\text{ms}^{-2}$ , ha un *periodo di ritorno* di 3987 anni è una affermazione non falsificabile e pertanto scientificamente nulla. E' come dire che nel 5867 ci sarà un gran tuono e dal cielo scenderanno stelle filanti, a Voghera, o sostenere, come fa S. Agostino nel *De Civitate Dei*, che:

*è notizia assai diffusa e molti confermano di averlo sperimentato, o di avere udito chi l'aveva sperimentato, che i silvani e i fauni, i quali comunemente sono denominati "incubi", spesso sono stati sfacciati con le donne e che hanno bramato e compiuto l'accoppiamento con loro. Che certi demoni, denominati "dusi" dai Galli, continuamente tentano e compiono questa porcheria lo affermano parecchi e sono di tale prestigio che negarlo sembrerebbe mancanza di rispetto.*

(De Civitate Dei, XV-23).

Intere parti del sapere hanno scientificità dubbia. A lungo si è dibattuto se la qualifica di "scientifico" possa essere assegnata a discipline come la psicologia, la sociologia o l'economia, nelle quali le teorie proliferano perché spesso gli esperimenti non sono ripetibili, fattibili o concepibili e dove a far parte della scena è il comportamento umano, spesso tutt'altro che razionale, prevedibile e regolare (come anche spiegava Proust nel far cenno alle *intermittenze*). Di recente, per esempio, è stato dimostrato che gli *assiomi di scelta razionale*, posti per lungo tempo alla base dell'economia classica come un'ovvietà che non necessitasse dimostrazione, non essendo in verità applicabili al comportamento umano, come si constata sperimentalmente, non possono di fatto costituire la base per la enunciazione di principi generali in campo economico (Kahneman, 2012).

Se propriamente praticata, la Scienza ha il pregio di massimizzare l'utilità con cui vengono impiegate le informazioni. Per questo motivo gode di ampia stima, ed i visibili vantaggi che la Scienza ha apportato al genere umano fanno sì che tutto ciò che ha crisma di "scientifico" sia tendenzialmente accettato senza discussione da parte della popolazione.

Tuttavia in questa fiducia, idealmente positiva e condivisibile, si annida anche un grave pericolo.

Proprio come un bravo medico talvolta non somministra alcun farmaco, un bravo scienziato dovrebbe astenersi dal fare affermazioni che non abbiano alcun suffragio. Così, fa parte dei doveri del vero scienziato affermare con serenità di non sapere e di non conoscere. Ma due sono gli impedimenti ad una tale professione di ignoranza.

Il primo è che una tale circostanza è vissuta come un'insanabile ed insostenibile contraddizione dalla popolazione e di conseguenza dai politici, proprio a causa del mito che vede la Scienza infallibile e onnicomprensiva. Ormai si assiste al paradosso che vede la popolazione trasferire sulla Scienza le aspettative che un tempo furono attribuite ai riti ed alle magie. Centrale a questo riguardo è l'uso del *numero*, spesso con molte inutili cifre, vissuto come vero e proprio ponte verso l'indiscutibile.

Il secondo è che le debolezze umane possono far propendere certi scienziati a dire cose prive di rigore logico, per non apparire sprovvisti di una qualche risposta o perché incapaci di sottrarsi al groviglio

scienza-politica (*liaison dangereuse*). Uno scienziato incapace di spiegare, nella vulgata corrente, è un ossimoro.

Ad esempio, una cieca fiducia nella capacità della “Scienza” di prevedere l’imprevedibile (i terremoti non si possono prevedere con precisione<sup>1</sup>), e la incapacità dei preposti di dire esplicitamente “non lo sappiamo”, qualsiasi ne fosse la ragione, sono state la causa di gravi lutti, il 6 Aprile 2009 a L’Aquila (cfr. ad esempio Redazione Il Centro, 2016, per le incredibili e disgustose affermazioni di uno dei processati).

Sulla stessa scia, quella delle distorsioni, è possibile che ciò che Scienza *non* è sia contrabbandato come tale, più o meno involontariamente, magari facendo ampio uso della analogia di linguaggio e di terminologia (l’indispensabile *latinorum*), che può indurre i non esperti a confondere un alto contributo scientifico con la sgangherata proposizione di *parti della fantasia*, talvolta apparentemente non contraddittori, ma non infrequentemente platealmente infondati e logicamente fallaci.

Come Re Mida toccando ogni oggetto lo fa *ipso facto* mutare in oro, così nella vulgata corrente l’aggettivo “scientifico” appiccicato alle più varie e fantasiose creazioni dell’intelletto umano le muta in realtà oggettiva. Non esistendo alcun semplice e riconosciuto *tribunale* in grado di verificare la scientificità dei contributi, è solo la serrata analisi critica che deve portare a giudicare se un contributo possa davvero considerarsi Scienza, o se invece resti soltanto una creazione della fantasia ancora da verificare, o, peggio, un confuso affastellamento di proposizioni contraddittorie. Sono innumerevoli i casi di *teorie* poi rivelatesi del tutto campate per aria. Inoltre, non è inedito il caso di manipolazione dei risultati sperimentali.

Si potrebbe credere che debbano essere gli altri scienziati a dover giudicare, ma troppo numerosi sono gli esempi di ritardi e discrasie nel riconoscimento di importanti lavori scientifici, e viceversa di glorificazione di abbagli, per non sospettare che, come dice Dante, anche tra gli scienziati allignino quelle pulsioni che spingono gli uomini ad essere così *ratti a far lor pro e fuggir lor danno*.

## ***Les liaisons dangereuses***

Come si è visto, Scienza e Diritto muovono da necessità totalmente diverse, e soggiacciono a regole del tutto diverse.

In particolare, il Diritto deve tener conto dello sviluppo culturale, sociale e storico della comunità a cui si applica, mentre la Scienza è governata da regole di razionalità e di non contraddittorietà, nonché dalla idea del controllo sperimentale, le quali appaiono molto più stabili e slegate da necessità contingenti. Non è sorprendente che la Scienza abbia in sé una potenza tale da poter scardinare intere società, e che queste, vistesi in pericolo, dispongano di strumenti e provvidenze atte a ritardare o cancellare i risultati che la Scienza potrebbe portare.

---

<sup>1</sup> Ad oggi l’unica forma di previsione dei terremoti verificata a scala globale e con provata validità statistica, quindi scientificamente ben fondata, è la previsione a medio termine spazio temporale (Peresan et al., 2005; Kossobokov et al., 2014; Kossobokov e Soloviev, 2015). Tale previsione non mira a dichiarare l’allarme rosso, con quel che ne consegue, ma alla messa in atto di un sistema gerarchico di azioni preventive, decisive ed efficaci per una riduzione dei danni a persone e cose (Panza, 2010).

Quando Scienza e Diritto entrano in relazione possono darsi situazioni utili e proficue e situazioni molto pericolose e persino inique.

Un primo caso è quello che si ha quando il Diritto regola la libertà della Scienza di sperimentare. Qui il terreno è sdruciolevole, dato che lo stesso principio di *regolamentazione* potrebbe vietare a Galileo di usare il cannocchiale, e a Mengele di fare esperimenti sui gemelli. Si può forse introdurre una linea di demarcazione osservando che in un caso è messa a rischio una concezione dell'universo, una *identità* culturale o spirituale, in un altro caso *l'integrità fisica* e il bene di *persone* sostanzialmente identiche a noi, sino ad inesistente prova contraria<sup>2</sup>. Tuttavia, le linee di demarcazione che oggi possiamo tracciare tra lecito e illecito e giusto ed ingiusto, e gli esempi che vengono alla mente, sono inevitabilmente legati al momento storico in cui viviamo. Dunque il problema resta ingarbugliato, almeno da un punto di vista logico.

La mancanza di regole chiare e univoche nello stabilire *quando* una certa attività scientifica sia eticamente inaccettabile, pone questa altrimenti utile funzione del Diritto nella condizione di generare censure, distorsioni, oscurantistiche limitazioni, come si è visto tante volte. In tal caso il Diritto diviene un potente freno allo sviluppo delle conoscenze e si fa strumento docile dell'oscurantismo e delle convinzioni dominanti. Una prima *liaison dangereuse* si ha dunque quando il Diritto limita *ingiustificatamente* la Scienza. Il pericolo è connesso al fatto che la funzione di regolazione e limitazione svolta dal Diritto, può essere condivisibile oppure può non esserlo, ed il giudizio in merito a tale circostanza è immerso nel divenire storico, ovvero non è un giudizio assoluto, ma relativo.

Come si è accennato nella sezione *Scienza*, un secondo possibile terreno di interazione tra Scienza e Diritto, duale del precedente, si ha quando i risultati ottenuti dalla Scienza mettono a nudo la irrazionalità o la infondatezza delle leggi. In questo caso, posto che di vera Scienza si tratti, l'effetto dell'interazione dovrebbe generalmente essere positivo, come ad esempio quando sono state abolite le leggi razziste, o misogine, o confessionali, o come quando si è compresa l'importanza dell'igiene e se ne è prescritto l'impiego. Una seconda *liaison* si ha dunque quando il Diritto è limitato e riformato dalla Scienza.

Anche in questo caso, tuttavia, la medaglia ha due facce e ci si dovrebbe guardare dal trarre conclusioni affrettate: anche qui c'è un pericolo. Non si può infatti affermare che sempre il risultato di un'attività scientifica debba automaticamente tramutarsi in un progresso civile *per come noi oggi lo intendiamo*. Se ad esempio si potesse dare crisma di attendibilità scientifica alla misura dell'intelligenza degli individui, una legge potrebbe vietare ai possessori di un punteggio basso di esercitare talune professioni, ad esempio medico, o magari limitarne i diritti. O, come altro esempio, taluno, a proposito delle diagnosi prenatali di gravi malattie, parla già di *eugenetica*.

Dunque, un'applicazione illimitata dei risultati scientifici alla Società potrebbe violare fondamentali e condivisibili principi, si direbbe postulati fondanti, come quello che tutti i cittadini debbano essere eguali di fronte alla legge. Una tale idea è acquisita da tutti gli Stati progrediti, sebbene a stretto rigore non sia

---

<sup>2</sup> Un "dettaglio" che Mengele non aveva considerato e che squalifica anche logicamente la sua attività. Questa era fondata sul principio che gli ebrei fossero esseri inferiori agli ariani, ma anche sulla contraddittoria ipotesi che fossero tanto simili ad essi da poter estendere a *questi* i risultati sperimentali validi per *quelli*.

ancora stata dimostrata da alcuna regola logica, ma solo, *a contrario*, dai disastri generati dalla sua disapplicazione.

Una terza *liaison dangereuse* si ha dunque quando la Scienza tende a suggerire regole *inumane* o che entrano in conflitto con sistemi etici intoccabili, e che stanno alla base di una società, in certo luogo e tempo. Il conflitto che si crea è insanabile e normalmente avviene che è la Scienza a soccombere.

Concludendo, si può dunque dire che è solo alla luce del sistema etico usato come metro che si può dirimere se ci si trovi nel caso in cui la Scienza è scorrettamente limitata dal Diritto o nel caso in cui il Diritto limita una Scienza potenzialmente aberrante. In un certo luogo e tempo, certi individui potranno formulare dei giudizi, ma non sembra disponibile una regola che possa stabilire un ordine o una gerarchia: di fatto, entrambi i sistemi sono indispensabili, o forse, come la Storia per via sperimentale dimostra, il Diritto è stato più indispensabile della Scienza.

La Scienza serba per noi delle verità indicibili, insostenibili; solo un lento processo ci potrà portare ad agire in modo interamente scientifico, con esiti che appaiono ora imprevedibili e persino inconcepibili.

Di fatto Scienza e Diritto trattano esigenze antitetiche e contraddittorie: l'una massimizza il vantaggio gnoseologico ed anche in definitiva, in senso lato, economico, come del resto gli ultimi tre secoli hanno dimostrato; l'altro protegge una dimensione civile condivisa, magari sulla base di una fede, o di una cultura, salvaguarda quindi una *identità*, per quando infondata logicamente essa sia.

Giunti a questo punto dell'analisi, parlando di Scienza e Diritto in quanto tali, ben poco si potrebbe aggiungere, se non esistesse un'ulteriore casistica, che invece è molto importante per le sue ampie ricadute sociali ed economiche. Ci si riferisce alle *liaisons* tra una finta Scienza ed il Diritto, ovvero tra una Parascienza e il Diritto.

Come si è visto la Scienza gode nella nostra società di ampio consenso, almeno a parole. E' quindi possibile che, usando la Scienza come paravento o come utile cavallo di Troia, decisioni irrazionali, immotivate o forse persino aberranti, diciamo parascientifiche, vengano *normate* e acquisiscano una forza doppiamente perentoria, quella della Scienza e quella del Diritto.

In tal caso, l'effetto Re Mida di cui si è fatto cenno viene applicato con la demoltiplica della forza di legge e gli effetti possono essere molto gravi.

L'esempio delle leggi razziali, già fatto, è certo il più eclatante. Qui le teorie parascientifiche erano quelle che prevedevano la superiorità della razza ariana. Ma anche senza arrivare a tali abissi, la distorsione della Scienza in Parascienza offre una moltitudine di casi in cui grossolani abbagli parascientifici hanno creato le premesse per ingiustizie, inefficienze e veri e propri disastri. Qui gli esempi sono innumerevoli, ad esempio sarebbe facile enumerare l'uso di farmaci, sostanze o rimedi "scientificamente provati" che sono stati in seguito dimostrati fortemente nocivi.

Un esempio di uso distorto della Scienza particolarmente importante e attuale è quello delle *Norme Sismiche*, ovvero di quell'insieme di leggi e regolamenti che stabiliscono come si debba costruire e come ci si debba in generale comportare, in zone ove è possibile si verificano dei sismi.

L'esame della situazione attuale, al quale è dedicata la sezione Terremoti, Scienza e Diritto, mostra che una maggior consapevolezza del carattere distintivo del ragionamento scientifico potrebbe grandemente aiutare a evitare gravi distorsioni e ad allocare in modo migliore le risorse disponibili.

## Terremoti, Scienza e Diritto

L'Italia è un Paese colpito da sismi di media intensità, eventi relativamente rari, e di questa circostanza si trovano cospicue tracce nella storia, nelle cronache, nei documenti amministrativi ed anche nell'arte e nella letteratura. Tale memoria storica è specialmente sviluppata nel nostro Paese, che può dirsi unico al mondo per l'ampiezza delle fonti disponibili, nonostante la sporadicità degli eventi in questione. Ciò ha consentito di mettere a punto dei cataloghi parametrici (storici e strumentali) che, se usati in modo appropriato, ossia avendone presenti i pregi ma anche tutte le intrinseche limitazioni, possono aiutare nella valutazione della pericolosità sismica.

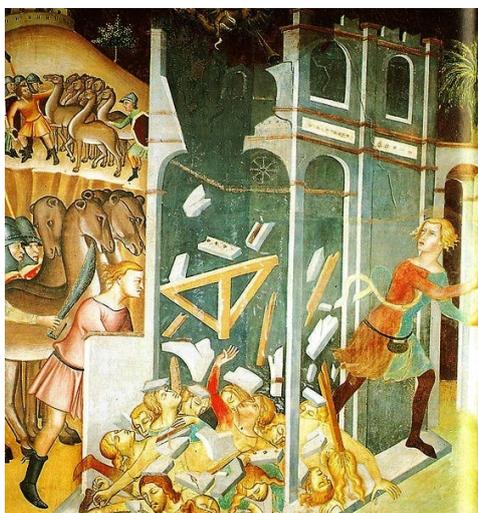


Figura 4. 1367, Bartolo di Fredi, *I Figli di Giobbe sepolti sotto le Macerie*, Collegiata di S. Gimignano

*Pericolosità sismica* è il termine usato in letteratura per indicare il grado di pericolo legato al possibile verificarsi di terremoti, in un certo sito. Stabilire la pericolosità sismica (*seismic hazard*), base essenziale per qualsiasi valutazione di rischio, vuol dire stimare che terremoti possano avvenire in un certo luogo, con che intensità e possibilmente con quale frequenza.

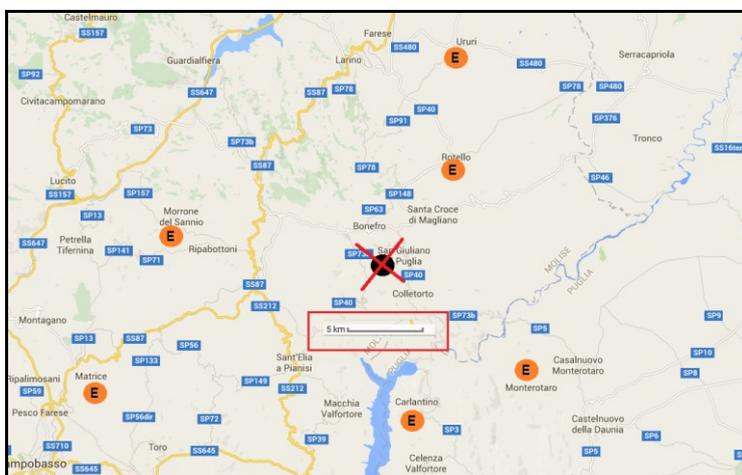
Per molti secoli architetti e costruttori italiani hanno fatto tesoro delle esperienze dei secoli precedenti dandosi delle regole per costruire, regole che, sebbene non sempre formalizzate, hanno avuto un ruolo importante nel consentire la creazione di numerosissimi borghi e città che complessivamente hanno resistito bene ai sismi del passato (ovviamente anche con eccezioni, storicamente ben documentate). Le superfici di suolo edificate furono relativamente modeste, i luoghi scelti con cura, e le tipologie edilizie abbastanza semplici e sostanzialmente rispettate per secoli (Pierotti, 2003).

Con la fine del XIX° secolo e più ancora dal secondo dopoguerra del XX° secolo, l'Italia è stata ricoperta di edifici in cemento armato, su superfici urbane molto più ampie che in precedenza, senza alcun particolare controllo. Contestualmente, e in specie dopo il disastroso terremoto di Messina del 1908, è sorta la necessità di stabilire per legge delle regole di progetto e dei criteri atti a determinare con qualche speranza di successo le "aree sismiche" del Paese.

Tale operazione, compiuta sotto la pressante necessità di inurbare milioni di persone, è stata condotta in modo episodico, senza utilizzare un approccio scientifico, ma con un sistema empirico che si è rivelato inadeguato.

Infatti, per quanto riguarda la pericolosità sismica negli ultimi decenni è stato utilizzato il criterio parascientifico che “l’assenza di prova implica la prova dell’assenza”. In altre parole, nei comuni e siti dove non furono storicamente registrate lesioni o morti causati da terremoti, si è tratta l’errata conclusione che i sismi non potessero avvenire, e si è stabilito per legge che non fosse obbligatorio costruire in modo antisismico.

Le leggi che hanno elencato i comuni “sismici” e richiesto per essi approcci particolari alla progettazione, hanno avuto un effetto dirompente. Infatti, tali leggi hanno liberato tutti gli altri comuni dalla necessità di costruire in modo antisismico. Una volta che il Diritto si è impossessato del tema, utilizzando approcci parascientifici come supporto, l’effetto paradossale è stato quello di *diminuire* su scala nazionale la sicurezza delle costruzioni.



**Figura 5. Classificazione sismica D.M., M.LL.PP. 9-10-1981 intorno a S. Giuliano di Puglia, “non sismico”:** “E” sta per “comune sismico S=9”, ovvero con “sismicità media” (nel D.M. erano possibili i valori S=6, 9, 12).

A chi asseriva che fosse allegramente temeraria una classificazione che spesso considerava “non sismici” comuni aventi tutti intorno a loro comuni “sismici” (cfr. figura 5, relativa a S. Giuliano di Puglia), si replicava asserendo che la qualifica di “non sismico” era data implicitamente dalla legge (“sismico” o “non sismico”, *tertium non datur*), e che nessun costruttore o progettista avrebbe agito incrementando i costi, quando la stessa legge dello stato di fatto lo sconsigliava.

Ecco dunque un disastroso esempio di *liaison dangereuse* tra Diritto e Parascienza, che ha creato danni permanenti di gravità inaudita: un intero Paese coperto di edifici in calcestruzzo armato progettati con leggi sbagliate.

Si è detto che una classificazione sismica meramente basata sui cataloghi parametrici è parascientifica, dato che l’assenza della prova non è la prova della assenza.

*It is a capital mistake to theorize before one has data. Insensibly one begins to twist facts to suit theories, instead of theories to suit facts*<sup>3</sup>

Arthur Conan Doyle. Sherlock Homes.

In virtù del ben diverso modo antico di edificare, più semplice, meno temerario e intensivo e della ben minore estensione della superficie di suolo edificato (Pierotti, 2003), è ben possibile che in un certo comune non si sia conservata memoria o traccia scritta di sismi di media intensità avvenuti in passato. Tra l'altro, spesso lo stesso sisma porterebbe oggi verosimilmente a più danni e più morti di trecento anni fa<sup>4</sup>.

Inoltre, pur accettando che in un certo comune in duemila anni non si sia verificato alcun sisma intenso, ciò non esclude che vi possa essere un tale sisma tra breve, a meno di non affermare senza alcuna prova che se in duemila anni non vi sono stati sismi, allora non vi saranno mai. In realtà, i fenomeni geologici e tettonici hanno scale temporali lunghissime, e in quest'ambito considerare significativo o peggio esaustivo un periodo senza sismi di duemila anni è come, su scala umana, considerare significativo un periodo senza malattie di un mese o anche meno.

Così, le normative tecniche hanno imposto ai terremoti dove avvenire, con il disastroso risultato che per decenni ci sono state sorprese, ovvero si sono avuti a ripetizione sismi in aree dichiarate "non sismiche" dalle leggi in vigore, poi iterativamente emendate. Tali qualifiche di "sismico" o "non sismico" assegnate ai comuni per mezzo di decreti ministeriali, non avevano alcun fondamento scientifico. Progettisti e costruttori hanno utilizzato la tranquillizzante qualifica di "non classificato sismico", per realizzare strutture *non antisismiche*, dove la doppia negazione afferma l'incapacità degli edifici di resistere a significative azioni orizzontali, peggio che mai cicliche, e quindi la liceità di dettagli costruttivi del tutto inadeguati. Ciò è vero per molte delle palazzine costruite dai tempi del secondo dopoguerra sin quasi ai giorni nostri.

Il risultato è che a prescindere dalle *nuove* norme sismiche relative alle *nuove* costruzioni, delle quali si parlerà più oltre, il tema di maggior impatto economico e sociale in materia d'ingegneria sismica nel nostro Paese, oggi, è quello legato all'esistenza di centinaia di migliaia di edifici che non sono verosimilmente in grado di proteggere adeguatamente i loro abitanti da scosse sismiche anche di modesta entità.

In un Paese scientificamente sensibile, una tale circostanza sarebbe degna della più immediata azione parlamentare e di governo, tesa a pianificare azioni di lungo periodo. Nel nostro, no. Data la molto maggior superficie delle aree urbane, estesesi sino a coinvolgere terreni inadatti all'edificazione, e tenuto conto del radicale cambiamento delle tecniche costruttive che hanno consentito edifici molto più alti e vulnerabili (solo molto recentemente costruiti con efficaci tecniche antisismiche), il Paese fronteggia oggi un rischio molto maggiore di quello corso nei secoli passati anche perché, nonostante la Camera dei

---

<sup>3</sup> "E' un errore capitale teorizzare senza avere i dati. Senza accorgersene, si comincia a modificare i fatti per adattarli alle teorie, invece di modificare le teorie per adattare ai fatti".

<sup>4</sup> Ad esempio, nel recente (2015) convegno Linceo *La Resilienza delle Città d'Arte ai Terremoti*, la Soprintendente Alessandra Vittorini ha mostrato immagini che hanno evidenziato in modo chiaro che i morti a L'Aquila ci sono stati in corrispondenza a insediamenti recenti realizzati in calcestruzzo armato.

Deputati abbia da alcuni anni espressamente segnalato la necessità per lo meno di affiancare ai metodi probabilistici, i più recenti ed affidabili metodi neo deterministici (Camera dei Deputati, 2011), nulla è stato fatto in tal senso.

### ***Perseverare diabolicum***

A dare una conclusione a questa serie di Decreti Ministeriali tesi, di terremoto in terremoto, ad ampliare la lista dei comuni dichiarati “sismici”, avvenne nel 2002 il terremoto di San Giuliano di Puglia, comune non dichiarato sismico. Qui l’errore commesso fu proprio evidente (cfr. figura 5) e il metodo sino allora seguito divenne insostenibile.

E’ vero: a San Giuliano non si erano verificati morti per terremoto nei secoli precedenti, né danni significativi; ma ciò era dipeso dalla virtù dell’edificato storico non dal fatto che i terremoti non vi fossero stati (Pierotti, 2003) o non fossero possibili.

Infatti agli inizi del 2002 era stato pubblicato uno studio (Gorshkov et al., 2002), concluso nel 2001, basato sull’analisi morfostrutturale che indica che le strutture tettoniche della zona sono capaci di un terremoto almeno di magnitudo  $6\pm 0.3$ , appunto la magnitudo del terremoto di San Giuliano di Puglia. La zonazione morfostrutturale<sup>5</sup> e la successiva analisi di *pattern-recognition*<sup>6</sup> (Gelfand et al., 1972) applicata ai nodi morfostrutturali hanno quindi consentito l’identificazione delle aree ad elevato potenziale sismogenetico, i nodi sismo genetici, colmando in gran parte le inevitabili lacune presenti nelle informazioni fornite dai cataloghi storici. A scala globale, le previsioni spaziali effettuate con questo metodo sono caratterizzate da una percentuale di successo pari all’ 87% del totale dei forti terremoti realmente avvenuti dopo la pubblicazione dei risultati pertinenti (Soloviov et al., 2014).

A San Giuliano i nuovi edifici costruiti con tecniche “moderne”, in zone dell’area comunale non arroccate, si rivelarono molto più vulnerabili di quelli costruiti in epoche remote. In particolare, il terremoto di San Giuliano provocò la morte di ventisette bambini e di una maestra in una scuola recentemente ristrutturata con criteri assolutamente inadeguati, non solo per l’edilizia antisismica, ma anche per quella normale.

L’ondata di sdegno e di dolore per la morte dei ventisette bambini indusse il governo ad emanare in gran fretta un’Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri che cambiò tutto (Ordinanza 3274/2003).

---

<sup>5</sup> Per *zonazione morfostrutturale*, si intende la suddivisione degli elementi del rilievo terrestre (morfostruttura) la cui fisionomia attuale è il risultato dell’azione prevalente dei fattori endogeni, quali le grandi catene montuose, gli archi vulcanici insulari, gli altopiani, le estese depressioni, ecc., che hanno conservato nelle linee generali la propria fisionomia anche se sono state modellate nel corso del tempo geologico dagli agenti esogeni. La zonazione morfostrutturale è stata delineata per l’Italia in scala 1:1.000.000.

<sup>6</sup> Per procedura di *pattern-recognition* si intende l’analisi e identificazione di *pattern* all’interno di dati grezzi al fine di identificarne la classificazione ed ha come obiettivo quello di definire un classificatore di dati (*pattern*) basati su conoscenza a priori o informazioni statistiche estratte dai *pattern*. Si tratta di una procedura del tutto generale ed è applicabile a problemi per risolvere i quali si deve decidere se un dato oggetto (fenomeno o processo) appartiene o meno ad una certa classe (ad esempio la classe dei periodi di tempo che, di norma, precedono un forte terremoto) sulla base dell’identificazione (*recognition*), nell’oggetto stesso, di determinate proprietà tipiche (*pattern*).

Non è questa la sede per discutere dei pro e dei contro dell'Ordinanza, che fu aspramente criticata e altamente lodata, per le più varie ragioni. Interessa qui osservare che nell'Ordinanza si imponeva la rideterminazione delle "Zone Sismiche" con il seguente criterio:

## 2 CRITERI

....

*b) Ciascuna zona sarà individuata secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.*

*c) Le valutazioni di  $a_g$  dovranno essere effettuate utilizzando: i) metodologie recenti e accettate a livello internazionale; ii) dati di base aggiornati (con particolare riferimento ai dati sulle sorgenti sismo genetiche, ai cataloghi dei terremoti, alle leggi di attenuazione del moto del suolo, ecc.); iii) procedure di elaborazione trasparenti e riproducibili, che evidenzino le assunzioni effettuate e le relative ragioni.*

*d) Le valutazioni di  $a_g$  dovranno essere rappresentate in termini di curve di livello con passo 0.025 g calcolate su di un numero sufficiente di punti (griglia non inferiore a 0.05°). [...]*

...

*f) Qualora siano disponibili differenti mappe di  $a_g$ , prodotte nel rispetto dei criteri enunciati ai punti precedenti, queste dovranno essere messe a confronto e sottoposte a giudizio di esperti non coinvolti nella loro formulazione.*

...

*m) Entro un anno sarà predisposta una nuova mappa di riferimento a scala nazionale, che soddisfi integralmente i criteri esposti al punto 2 [...].*

(Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri, 3274/2003, Criteri per la individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone)

Per le ragioni che saranno tra breve spiegate, anche in questo caso il Diritto imponeva di fatto un metodo parascientifico per la valutazione della pericolosità sismica. Se da un lato si sanava il problema della disomogeneità delle liste contenenti i comuni dichiarati sismici, dall'altro si creava un nuovo grave problema tuttora irrisolto: la pretesa di valutare oggettivamente le *probabilità*, per di più con precisioni fantascientifiche.

Si osserva qui incidentalmente che non vi è alcun accordo sulla definizione di cosa sia probabilità e che buona parte degli studiosi ritiene, sulla scia di Bruno de Finetti, che non sia possibile alcuna valutazione oggettiva di probabilità:

*Ogni previsione, ossia valutazione di probabilità, è sempre libera, interamente lasciata al criterio soggettivo di ciascuno*

(De Finetti, 1970)

E' singolare notare che la Presidenza del Consiglio avesse specificato nel dettaglio dell'Ordinanza i criteri scientifici da usare per mettere a punto le mappe di pericolosità sismica: un minor dettaglio avrebbe consentito una maggior flessibilità che evidentemente non si voleva esplicitare, ma solo invocare in caso di necessità politica. Nell'Ordinanza 3274 è infatti specificato:

1. Che le mappe devono indicare scuotimenti "con probabilità di superamento del 10% in 50 anni".
2. Che le mappe devono utilizzare dati di base aggiornati con particolare riferimento alle zone sismo genetiche, ai cataloghi e alle "leggi di attenuazione".
3. Che le valutazioni saranno riportate su una griglia di punti con passo "non inferiore a 0.05°" (circa 5,5Km), su tutto il territorio nazionale.
4. Che il raffronto tra diverse mappe è possibile, ma solo se queste rispettano i criteri precedenti.

Ma si deve constatare:

1. Che il calcolo delle probabilità non è applicabile in modo oggettivo ai fenomeni sismici, e non solo perché i terremoti sono eventi rari. Non vi è nulla di scientifico in tali calcoli o valutazioni: si tratta di artefatti.
2. Che le leggi di attenuazione sono concettualmente errate e non hanno basi scientifiche ma solo empiriche e violano concetti elementari di fisica connessi alla meccanica del continuo. Quanto ai cataloghi parametrici, essi devono essere considerati con attenta cura perché possono portare ad informazioni fuorvianti, in specie se usati per stimare con tre cifre significative le magnitudo di sismi avvenuti mille anni fa (Rugarli, 2014). Stime ragionevoli dell'errore proprio (deviazione standard) delle valutazioni di magnitudo variano da circa 0.6 per gli eventi storici a 0.2 per gli eventi registrati con strumenti (Musson, 2007), con una mediana attorno a 0.3.
3. Che è totalmente impossibile fare stime di pericolosità dettagliate su una maglia di 5,5Km di lato, dato che i fenomeni in gioco hanno dimensione molto superiore (le faglie).

Dato che i criteri sono scientificamente sbagliati e immotivati, ma *ordinati* per legge, ancora una volta il Diritto, accettando ed utilizzando teorie parascientifiche, ha di fatto imposto una linea di azione che con la Scienza non ha nulla a che fare e ciò in perfetta continuità con i decenni precedenti.

Con i paragrafi menzionati, l'Ordinanza 3274 del 2003 ha indicato di fatto il metodo probabilistico per valutare la pericolosità sismica come unico metodo possibile. Tale metodo è stato seguito da tutte le norme successive (Testo Unico del 2005, Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 ed emanande Norme Tecniche per le Costruzioni del 2016).

Si può discutere se i criteri della Ordinanza siano aperti al progresso scientifico: ad una prima lettura non pare. Anzi, pare che i criteri stabiliti dalla Ordinanza siano internamente contraddittori, perché da un lato specificano caratteristiche proprie di un particolare metodo (parascientifico) e dall'altro lasciano aperto il campo ad approcci alternativi, i quali però non devono essere in contraddizione con i precedenti. Un chiaro esempio di *comunicazione paradossale* (Rugarli, 2014): per adempiere a quanto richiesto bisogna non adempiervi.

E' bene sottolineare che il Normatore enfatizzò solo alcune delle teorie e dei metodi esistenti in letteratura al tempo in cui la norma fu emanata e, contraddicendo la esigenza di usare *“metodologie recenti e accettate a livello internazionale”*, saltò a piè pari altri contributi tesi a evidenziare sia le criticità dei metodi poi adottati dalla norma sia l'esistenza di metodi diversi, più scientificamente sicuri (e.g. per la critica ai metodi probabilistici Freedman e Stark, 2003, Castnos e Lomnitz, 2002; per la critica di tali metodi con proposta di metodi alternativi Costa et al., 1993, Panza et al., 1996, Molchan et al., 1997).

Come spiegato nella Ordinanza, la Presidenza del Consiglio si avvale di

*un gruppo di lavoro incaricato di predisporre tutti gli elementi indispensabili per la successiva adozione di un assetto normativo provvisorio per la classificazione sismica del territorio nazionale,*

e fu dunque tale gruppo di lavoro a fare le scelte parascientifiche in questione. In totale 12 persone, di cui circa la metà geofisici o sismologi.

Due sono i metodi generalmente adottati per valutare la pericolosità sismica: un metodo probabilistico, detto PSHA (*probabilistic seismic hazard assessment*), ed un metodo deterministico detto DSHA (*deterministic seismic hazard assessment*). A questi, in tempi successivi (a partire dal 1993), si è aggiunto un notevole miglioramento di DSHA, il metodo neodeterministico (NDSHA).

Il metodo probabilistico fu proposto da Cornell, un ingegnere, nel 1968 (Cornell, 1968). Esso si basa su alcuni criteri e modelli che sono stati dimostrati sbagliati e che non hanno basi geofisiche, negli aspetti teorici, o statistiche, nelle applicazioni (Bizzarri, 2012, Castaños e Lomnitz, 2002, Freedman e Stark, 2003, Klügel, 2007, Wang, 2010, Wang e Cobb, 2013, Wyss et al., 2012, Wyss e Rosset, 2012, Geller et al., 2016).

Alla base del metodo PSHA c'è il tentativo di stimare la probabilità che avvenga un sisma con una certa intensità, in un certo luogo e lasso di tempo. Vengono impiegate informazioni sulle zone sismogenetiche, ovvero le aree di crosta terrestre dove si possono generare i terremoti sulla base delle informazioni tettoniche in nostro possesso, i cataloghi parametrici, certe assunzioni probabilistiche di cui si dirà tra breve, e le *leggi di attenuazione*, espressamente citate nella Ordinanza, che non sono leggi, ma relazioni prive di solide basi fisiche che stabiliscono in modo empirico e grossolanamente non verificato di quanto si attenui un'onda sismica nella sua propagazione dall'ipocentro, attraverso la crosta terrestre.

Il metodo deterministico parte invece da uno scenario di sisma possibile, ipotizzando un evento tellurico nelle faglie attigue alla zona considerata compatibile con le evidenze geofisiche e i cataloghi storici. Non valuta probabilità in lassi di tempo, ma usa il concetto di Massimo Terremoto Credibile (MCE), ovvero una stima conservativa del terremoto possibile.

La magnitudo del Massimo Terremoto Credibile può essere definita, fino a prova contraria, come la magnitudo del massimo terremoto osservato più 0.5<sup>7</sup> (Dominique e Andre, 2000). Sperimentalmente, è possibile verificare che tale assunzione sia a favore di sicurezza, e, se non lo dovesse essere, è possibile incrementare il numero di deviazioni standard da sommare alla massima magnitudo osservata. Anche il metodo deterministico usa però le *“leggi”* di attenuazione. A tal proposito si potranno rivelare di estrema

---

<sup>7</sup> valore rappresentativo di circa due volte la deviazione standard propria delle valutazioni di magnitudo.

utilità altre procedure, in corso di formalizzazione (Petricca et al., 2015), capaci di individuare sorgenti sismotettoniche attive, ma storicamente silenti.

Il metodo neodeterministico, è simile a quello deterministico, ma a differenza di questo non usa le “leggi” di attenuazione, bensì calcola, per mezzo di modelli fisici e matematici che possono essere soggetti a sperimentazione e validazione, le trasformazioni che il treno d’onde subisce attraversando il mezzo continuo compreso tra la sorgente e i siti di interesse<sup>8</sup>. In tal modo viene conservato il carattere tensoriale del moto sismico del suolo coerentemente coi concetti elementari di fisica connessi alla meccanica del continuo. Per tarare questi modelli fisico-matematici, il metodo usa come strumento di analisi sia la sismicità di fondo (microsisimi), ovvero il rumore sismico ambientale, sia terremoti di entità intermedia, solitamente con magnitudo attorno a 5, circostanti la zona in esame (terremoti regionali), sia terremoti lontani (telesimi) con magnitudo superiori a 5.

Storicamente il metodo deterministico si è affermato per primo. In seguito nelle leggi di molti Paesi è stato abbandonato per adottare l’approccio probabilistico. Negli ultimi tre lustri, si è invece gradualmente affermato il metodo neodeterministico (NDSHA), che è stato impiegato in svariati Paesi tra cui Italia, Romania, Bulgaria, Ungheria, Grecia, Croazia, Vietnam, Cina, India, Pakistan, Cuba, Ecuador, Marocco, Algeria, Egitto (Panza et al., 2002). Inoltre, anche il CALTRANS (Dipartimento dei Trasporti della California), usa il metodo DSHA (Mualchin, 2004).

La differenza di approccio tra il metodo probabilistico e quelli deterministici è sostanziale.

Il metodo probabilistico, sulla base di ipotesi contraddette dai fatti, mette a punto un modello di ricorrenza dei sismi basato sul concetto di *periodo di ritorno*, un concetto, questo, che si ritrova anche nelle nostre normative sismiche attuali, sulla scia di quanto richiesto dalla Ordinanza 3274 (la determinazione della *probabilità* richiesta dalla Ordinanza richiede di ricorrere al concetto di *periodo di ritorno*).

Si è detto che il metodo probabilistico è parascientifico. Esso infatti non è falsificabile. Se in una certa zona il metodo dichiara che nei prossimi 50 anni la probabilità di un evento sismico con severità di scuotimento maggiore di X è del 10%, un evento sismico con scuotimento molto maggiore di X non falsifica la previsione: c’è infatti pur sempre una probabilità del 10% che avvenga il sisma più forte. Se invece l’evento maggiore di X non avviene, allora il metodo sarebbe comunque nel giusto. Ciò ricorda i giudizi di Dio di epoca medioevale (Rugarli, 2014).

Ma se si considerano i dati impiegati per la progettazione delle costruzioni, e li si raffronta con quelli misurati sperimentalmente nel corso dei sismi effettivamente avvenuti, gli scarti sono molto forti. Ad esempio in Italia si sono misurati scarti molto forti sia nel corso del terremoto che ha colpito L’Aquila nel 2009, sia nel corso di quello che ha colpito l’Emilia nel 2012 (Marzo et al., 2012).

Anche in ambito internazionale, i progetti che hanno fatto uso di PSHA hanno gravemente errato nella stima dei danni da terremoto: a tale riguardo si consultino le tabelle 1 e 2. La prima si riferisce alla differenza (dM) tra la magnitudo stimata, in base alle indicazioni di PSHA e quella effettivamente misurata.

---

<sup>8</sup> Il corpo continuo è un modello che include sia i solidi (meccanica dei solidi) che i fluidi (meccanica dei fluidi) ed è associato al concetto di corpo deformabile, in quanto durante il moto le sue parti sono soggette a variazioni di forma e di volume (teoria dell’elasticità).

La seconda alla stima dei danni. Il Programma di definizione globale della pericolosità sismica (GSHAP) con approccio probabilistico è stato lanciato nel 1992 dal Programma Internazionale Litosfera (ILP) col supporto del Consiglio internazionale delle unioni scientifiche (ICSU) e sostenuto come programma dimostrativo in ambito Decade Internazionale per la Riduzione dei Disastri Naturali delle Nazioni unite (UN/IDNDR). GSHAP è terminato nel 1999.

Terremoto	Data	Lat.	Long.	Profondità (km)	Magnitudo USGS	PGA GSHAP (ms <sup>-2</sup> )	Magnitudo GSHAP	dM
Bhuj, India	2001/01/26	23,42°N	70,23°E	16	8,0	2,050	6,1	1,9
Boumerdes, Algeria	2003/05/21	36,96°N	3,63°E	10	6,9	0,729	5,2	1,7
Bam, Iran	2003/12/26	29,10°N	58,35°E	4	6,8	3,780	6,6	0,2
Nias, Sumatra	2005/03/28	2,09°N	97,11°E	25	8,6	2,897	6,4	2,2
Kashmir, Pakistan	2005/10/08	34,54°N	73,59°E	10	7,7	2,111	6,1	1,6
Yogyakarta, Indonesia	2006/05/26	7,96°S	110,45°E	16	6,3	2.030	6,1	0,2
Wenchuan, China	2008/05/12	31,00°N	103,32°E	10	8,1	1.686	5,9	2,2
Padang, Sumatra	2009/09/30	0,72°S	99,87°E	81	7,6	2,580	6,3	1,3
Haiti	2010/01/12	18,44°N	72,57°W	10	7,0	1,456	5,8	1,5
Qinghai, China	2010/04/13	33,22°N	96,67°E	17	7,0	1,112	5,6	1,4
Sumatra-Andaman	2004/12/26	3,30°N	95,98°E	30	9,1	2,768	6,4	2,7
Tōhoku, Japan	2011/03/11	38,30°N	142,37°E	32	9,0	4,895	6,8	2,2

Tabella 1. Parametri della sorgente (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/>) di terremoti. Nelle colonne (GSHAP PGA) e (Magnitudo GSHAP) sono riportati, rispettivamente, i valori massimi di PGA forniti GSHAP entro un quadrato, di 11 km di lato, centrato sull'epicentro del corrispondente terremoto disastroso e la magnitudo di un terremoto che, nello stesso luogo, genererebbe il valore di PGA fornito da GSHAP. dM è la differenza tra la magnitudo osservata e quella sottintesa dalla mappa GSHAP (Kossobokov e Nekrasova, 2012).

Terremoto	Vittime				Insediamenti colpiti			Popolazione colpita		
	osservato	stima	GSHAP	rapporto	stima	GSHAP	rapporto	stima	GSHAP	rapporto
Bhuj, India	20.000	19.500	300	65	2.930	880	3	84.991.000	1.328.000	64
Boumerdes, Algeria	2.300	2.200	1	2.200	1.350	330	4	11.197.000	1.855.000	6
Bam, Iran	30.000	13.500	11.500	1	8.990	6.790	1	1.676.000	951.000	2
Nias, Sumatra	1.600	1.800	1	1.800	3.880	370	10	13.291.000	6.000	2.215
Kashmir, Pakistan	86.000	71.600	3.800	19	9.040	3.170	3	63.726.000	4.723.000	13
Yogyakarta, Indonesia	5.700	6.200	3.000	2	12.170	220	55	19.100.000	16.338.000	1
Wenchuan, China	87.000	86.800	500	174	4.560	1.270	4	57.230.000	8.544.000	7
Padang, Sumatra	1.100	1.100	1	1.100	3.070	1.020	3	10.859.000	563.830	19
Haiti	100.000	98.500	5.800	17	9.620	6.860	1	10.449.000	5.721.000	2
Qinghai, China	3.000	2.700	20	135	1.390	220	6	2.405.000	543.000	4
Sumatra-Andaman	NA	9.800	1	9.800	3.300	1	3.300	10.416.000	1	>10 <sup>7</sup>
Tōhoku,	NA	3.200	1	3.200	1.030	50	21	59.913.000	2.804.000	21

Tabella 2 - Confronto fra i numeri di vittime osservati e quelli calcolati col codice QLARM (*earthquake Loss Assessment for Response and Mitigation*, Trendafiloski 2011) per i valori di magnitudo riportati da USGS (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/>) e quelli sottintesi dalla mappa GSHAP. I numeri nelle colonne "Insediamenti colpiti" e "Popolazione colpita" sono calcolati per le magnitudo osservate (stima) e per le magnitudo sottintese dalla mappa GSHAP (GSHAP) e si riferiscono ad insediamenti che hanno subito almeno danno leggero (da Wyss et al., 2012).

Come riportato in tabella 2, le vittime causate da tali terremoti sono state molto più numerose di quanto deducibile dalle mappe GSHAP (circa 2-3 ordini di grandezza), ma in buon accordo con quanto deducibile dai valori di magnitudo osservati. Ciò implica che il modello che ha come input la magnitudo e come output le vittime sia sostanzialmente corretto, mentre è la parte di stima delle magnitudo, come svolta da GSHAP, ad essere errata.

L'aoristo (dal greco ἀόριστος χρόνος "tempo indefinito") è uno dei quattro temi temporali fondamentali del verbo greco. Esso, come suggerisce il nome, non ha connotazione temporale, ed esprime solo l'aspetto dell'azione, cioè un'azione "puntuale", compiuta, colta nel momento in cui si svolge, circoscritta sulla linea temporale; non è necessario che sia istantanea. "Puntuale" significa che è vista nella sua totalità, delimitata da un inizio e una fine, quindi può anche essere considerata come un segmento di retta sulla linea temporale. Nella figura 6 l'indefinito aoristico dell'orologio senza lancette (un vero terremoto che potrà avvenire, che forse avverrà, che è avvenuto) è contrapposto all'immagine della roulette, nella quale i colori sono invece ben definiti (ogni evento con la sua probabilità e il suo ben definito periodo di ritorno, ma fittizio, artefatto): il rosso palpitante ed ardente del mondo animale, il nero cupo del mondo minerale ed il verde (lo zero) funzione percettiva del colore delle piante del mondo vegetale, ponte di trasmissione tra il mondo minerale e quello animale grazie alla fotosintesi clorofilliana. "..... Il tempo è arato dal vomere e la rosa è già stata terra" (Mandel'stam, 2004).



**Figura 6. PSHA e FATTI: a sinistra un tempo indefinito, privo di indicazione precisa (le lancette) ma terribilmente reale; a destra un tempo preciso ma del tutto inventato: il *periodo di ritorno*. A sinistra la realtà incontrovertibile dei fatti, la rovina, la distruzione; a destra l'artificiosa precisione del modello PSHA, ben delineato e con colori squillanti.**

Secondo il metodo PSHA, il *periodo di ritorno* di un sisma è il lasso di tempo medio che intercorre tra il verificarsi di due terremoti con la stessa magnitudo in una certa zona sismogenetica. Se la magnitudo è forte (eventi rari), il lasso di tempo che intercorre tra due terremoti, in una certa zona, è fortemente variabile e spesso del tutto ignoto. In moltissimi casi, in 1000 o più anni non si ha notizia di alcun evento sismico. Ad esempio, in 19 delle 36 zone sismogenetiche definite in Italia, in mille anni non esiste alcun

evento con magnitudo maggiore o eguale a 5,91<sup>9</sup>, il altre 5 su 36 vi è un solo evento in 1000 anni (INGV, 2004). Parlare di media è dunque fuorviante, se non privo di senso. La locuzione “periodo di ritorno” tende a far credere che i terremoti si presentino con una sostanziale ciclicità, aggiungendo l’ipotesi che il ciclo abbia una durata grossomodo costante (il “periodo di ritorno”). Nulla di tutto questo è vero o sperimentalmente verificato; in realtà, in ogni area tettonicamente attiva, i terremoti di una certa entità sono eventi sporadici, che sfuggono a qualsiasi valutazione di periodicità. Dietro al concetto di *periodo di ritorno* c’è, impropriamente, la teoria dell’*elastic rebound*, rimbalzo elastico, secondo la quale il terremoto deriverebbe dalla liberazione di energia conseguente alla rottura della crosta, successiva al suo lento e progressivo deformarsi elasticamente sino alla frattura. Una volta creatasi la frattura, il ciclo ricomincerebbe da zero, sino alla frattura successiva, in un lasso di tempo grosso modo eguale. Tale sequenza potrebbe forse essere possibile se le condizioni fisico-chimiche al contorno della faglia non cambiassero, ma, sia (immediatamente) dopo la frattura sia su tempi più lunghi per effetto della tettonica attiva, le condizioni al contorno possono variare ed in modo notevole. Nulla di quanto previsto dalla teoria del *periodo di ritorno* è mai stato provato o sperimentalmente verificato. Si tratta di un semplice e semplicistico modello privo di alcun confronto sperimentale ed anzi in disaccordo con molti dati disponibili.

La nozione di *periodo di ritorno* coniugata con quella di *probabilità* è però alla base dei metodi probabilistici.

Nel metodo PSHA si postula che in un certo luogo la probabilità annuale di occorrenza di un terremoto avente una intensità maggiore di  $X$  (in breve *probabilità di superamento*) non muti di anno in anno. Tale ipotesi è certamente non verificata dato il meccanismo di accumulo progressivo di energia che contraddistingue i terremoti. La probabilità annuale di superamento è indicata con il simbolo  $P$ . Perché la probabilità di superamento in 50 anni sia minore del 10% (come richiesto dalla Ordinanza) la probabilità annuale  $P$  deve essere minore di  $0,002104^{10}$ .

Le regole per fare questi calcoli sono esattamente le stesse che si userebbero per calcolare le *probabilità* dei numeri del lotto o quelle associate al ripetuto lancio di dadi.

Il passaggio successivo di PSHA, totalmente errato e destituito di ogni fondamento, è che se il terremoto indicato ha una *probabilità annuale di superamento* pari a  $0,002104$ , allora il suo *periodo di ritorno* deve essere  $(1/0,002104)$  anni, ovvero circa 475 anni. L’errore è simile a quello commesso da chi, stabilito che la probabilità di uscita del 3 con un lancio di dado è  $1/6$ , volesse concludere che il 3 ritorna ogni 6 lanci. Si tratta della nota fallacia del giocatore, che annette alla probabilità una memoria, là dove questa non la possiede. Ma non esistono prove scientifiche che i terremoti abbiano memoria e PSHA si basa sul presupposto che i terremoti avvengono a caso nel tempo seguendo un processo senza memoria (Bilham, 2009).

---

<sup>9</sup> Alla luce delle considerazioni precedenti non si può non evidenziare che la precisione con cui sono forniti i valori di magnitudo non è credibile e risulta un evidente artefatto.

<sup>10</sup> La probabilità annuale di *non* superamento è  $(1-P)$ . La probabilità biennale di non superamento è  $(1-P) \times (1-P)$ . La probabilità cinquantennale di non superamento è  $(1-P)^{50}$ . Tale probabilità di non superamento deve essere eguale per legge a  $(1-0,10)=0,90$ . Pertanto  $(1-P)^{50}=0,9$ , da cui si ricava  $P$ .

Illogico, irrazionale, infondato, il ragionamento parascientifico in questione è alla base di svariate normative sismiche per le costruzioni, in vigore in varie parti del mondo, inclusa l'Italia. In altra sede si è discusso come sia possibile che simili abbagli possano coinvolgere vaste moltitudini senza che si ponga un freno o un rimedio (Rugarli, 2014, 2015) e si è constatato che non vi è nulla di nuovo sotto il sole. Qui è forte la confusione tra "scientificamente accettato" e "accettato dalla maggioranza", due concetti assai distinti dato che la scienza non è democratica.

In realtà, da anni esistono chiare dimostrazioni che PSHA è sbagliato, ma il problema è precisamente quello di cui si discute in questo lavoro: quando la parascienza ha crisma di legge, rimuoverla è difficilissimo. La legge dà corpo e sostanza alle più assurde chimere, e ciò che potrebbe essere discusso in un ambito strettamente scientifico, diviene indiscutibile perché sancito dalla legge.

### Le norme in vigore: NTC 2008

Sulla scia dell'Ordinanza 3274 del 2003, le norme successive hanno adottato l'approccio probabilistico alla determinazione della pericolosità sismica, specificando su una maglia di 5,5km di lato, in tutto il territorio nazionale, la severità dello scuotimento avente la probabilità del 10% di essere superata, in 50 anni di vita di riferimento (una severità di scuotimento con "periodo di ritorno" di circa 475 anni secondo il metodo parascientifico di legge). Altre "probabilità", ed altri "periodi di riferimento", portano ad altri "periodi di ritorno" e ad altre severità di scuotimento secondo quello che è stato definito "il supermarket dei terremoti" (Rugarli, 2015).

## "PERIODI DI RITORNO"

2.765



SITI



ID	LON	LAT	T <sub>ret</sub> 30			T <sub>ret</sub> 50			T <sub>ret</sub> 72			T <sub>ret</sub> 101			T <sub>ret</sub> 140			T <sub>ret</sub> 201			T <sub>ret</sub> 475			T <sub>ret</sub> 975			T <sub>ret</sub> 2475		
			a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>a</sub>	T <sub>c</sub>
8294	11.247	46.414	0.200	2.55	0.16	0.253	2.53	0.19	0.291	2.51	0.21	0.327	2.51	0.24	0.361	2.53	0.27	0.350	2.54	0.29	0.532	2.52	0.34	0.630	2.72	0.39	0.743	2.84	0.43
16729	11.247	46.514	0.225	2.48	0.26	0.649	2.50	0.27	0.754	2.49	0.28	0.866	2.48	0.28	1.000	2.46	0.29	1.177	2.41	0.29	1.615	2.40	0.31	2.975	2.44	0.32	2.765	2.47	0.32
29164	11.248	42.913	0.290	2.62	0.10	0.324	2.66	0.22	0.372	2.68	0.23	0.410	2.69	0.25	0.452	2.71	0.26	0.499	2.74	0.27	0.614	2.80	0.29	0.725	2.85	0.30	0.880	2.98	0.31
8516	11.249	46.964	0.211	2.52	0.18	0.295	2.51	0.19	0.303	2.50	0.21	0.339	2.51	0.24	0.379	2.52	0.27	0.416	2.51	0.30	0.540	2.61	0.34	0.654	2.71	0.38	0.818	2.85	0.43
16951	11.249	44.464	0.242	2.49	0.28	0.673	2.49	0.27	0.777	2.49	0.28	0.892	2.48	0.28	1.024	2.47	0.28	1.194	2.44	0.29	1.648	2.38	0.31	2.981	2.40	0.32	2.716	2.46	0.33
25286	11.25	42.563	0.264	2.60	0.19	0.316	2.67	0.21	0.352	2.68	0.22	0.386	2.69	0.25	0.424	2.70	0.26	0.468	2.73	0.27	0.575	2.79	0.29	0.675	2.87	0.30	0.811	3.00	0.32
4736	11.251	46.314	0.223	2.48	0.18	0.277	2.50	0.20	0.316	2.49	0.21	0.352	2.51	0.25	0.386	2.53	0.27	0.434	2.49	0.30	0.560	2.62	0.35	0.679	2.71	0.38	0.860	2.80	0.43
17173	11.251	44.414	0.267	2.49	0.28	0.660	2.48	0.27	0.796	2.50	0.28	0.912	2.48	0.28	1.051	2.49	0.29	1.194	2.47	0.29	1.652	2.46	0.29	2.046	2.47	0.31	2.650	2.52	0.32
25608	11.251	42.513	0.248	2.60	0.19	0.290	2.57	0.21	0.333	2.59	0.22	0.368	2.70	0.25	0.397	2.71	0.26	0.440	2.73	0.27	0.542	2.79	0.29	0.632	2.87	0.31	0.760	2.98	0.32
8960	11.253	46.254	0.235	2.44	0.20	0.291	2.48	0.20	0.330	2.49	0.22	0.366	2.51	0.25	0.402	2.52	0.28	0.455	2.49	0.31	0.582	2.53	0.36	0.710	2.71	0.38	0.924	2.74	0.43
17395	11.253	44.564	0.270	2.49	0.26	0.708	2.48	0.27	0.814	2.50	0.28	0.930	2.49	0.28	1.047	2.49	0.29	1.191	2.51	0.29	1.619	2.50	0.30	2.026	2.52	0.31	2.619	2.57	0.32
25830	11.253	42.463	0.235	2.61	0.19	0.282	2.58	0.20	0.315	2.70	0.22	0.346	2.71	0.24	0.376	2.72	0.26	0.412	2.72	0.27	0.511	2.78	0.29	0.594	2.86	0.31	0.716	2.97	0.33
9182	11.254	46.214	0.248	2.48	0.19	0.304	2.48	0.21	0.344	2.50	0.24	0.382	2.52	0.27	0.424	2.50	0.29	0.478	2.49	0.32	0.607	2.66	0.35	0.768	2.88	0.38	0.959	2.79	0.43
17617	11.255	44.314	0.248	2.49	0.26	0.724	2.48	0.27	0.834	2.49	0.28	0.949	2.49	0.28	1.070	2.49	0.29	1.211	2.51	0.29	1.623	2.53	0.30	2.030	2.56	0.31	2.625	2.60	0.32
26052	11.255	42.413	0.221	2.61	0.19	0.296	2.69	0.20	0.298	2.70	0.22	0.329	2.71	0.23	0.357	2.72	0.26	0.389	2.73	0.27	0.482	2.78	0.29	0.583	2.86	0.32	0.677	2.97	0.33
9404	11.256	46.164	0.250	2.50	0.18	0.318	2.51	0.21	0.359	2.53	0.24	0.397	2.54	0.27	0.430	2.48	0.29	0.505	2.53	0.32	0.655	2.63	0.35	0.799	2.75	0.37	1.030	2.74	0.42
17830	11.257	44.264	0.265	2.49	0.28	0.743	2.47	0.27	0.857	2.48	0.28	0.975	2.48	0.28	1.100	2.48	0.29	1.247	2.49	0.29	1.648	2.55	0.30	2.044	2.58	0.31	2.673	2.61	0.32
26274	11.257	42.363	0.208	2.61	0.17	0.252	2.61	0.20	0.283	2.70	0.21	0.312	2.71	0.23	0.340	2.72	0.26	0.371	2.73	0.27	0.458	2.76	0.30	0.537	2.84	0.32	0.645	2.95	0.34
9626	11.258	46.114	0.272	2.51	0.20	0.333	2.54	0.22	0.375	2.56	0.25	0.422	2.53	0.27	0.478	2.49	0.30	0.538	2.54	0.31	0.692	2.69	0.34	0.860	2.70	0.36	1.162	2.64	0.39
18011	11.258	44.214	0.212	2.48	0.26	0.765	2.46	0.27	0.888	2.46	0.27	1.010	2.47	0.28	1.142	2.47	0.28	1.298	2.47	0.29	1.718	2.53	0.30	2.129	2.58	0.31	2.767	2.63	0.32
28486	11.259	42.913	0.196	2.61	0.17	0.258	2.60	0.20	0.289	2.71	0.20	0.296	2.72	0.22	0.324	2.72	0.24	0.354	2.73	0.27	0.433	2.75	0.30	0.511	2.84	0.32	0.619	2.95	0.35
9848	11.26	46.064	0.286	2.54	0.20	0.350	2.56	0.23	0.395	2.57	0.26	0.452	2.52	0.28	0.514	2.50	0.30	0.574	2.57	0.31	0.763	2.67	0.33	0.961	2.69	0.35	1.323	2.61	0.36
18293	11.26	44.164	0.629	2.46	0.26	0.790	2.45	0.27	0.922	2.44	0.27	1.055	2.44	0.28	1.194	2.45	0.28	1.363	2.45	0.28	1.818	2.50	0.30	2.272	2.51	0.31	3.002	2.55	0.32
10079	11.262	46.014	0.302	2.55	0.21	0.369	2.58	0.24	0.423	2.56	0.27	0.485	2.53	0.28	0.552	2.62	0.29	0.626	2.68	0.29	0.837	2.70	0.32	1.120	2.55	0.33	1.496	2.59	0.34
18505	11.262	44.114	0.341	2.45	0.26	0.810	2.44	0.27	0.951	2.43	0.27	1.118	2.41	0.27	1.277	2.40	0.28	1.473	2.37	0.28	1.968	2.40	0.29	2.461	2.44	0.30	3.093	2.47	0.32
10292	11.264	45.965	0.319	2.57	0.21	0.390	2.61	0.25	0.475	2.52	0.26	0.542	2.56	0.27	0.610	2.59	0.30	0.698	2.64	0.30	0.906	2.61	0.31	1.280	2.54	0.33	1.743	2.52	0.33
18727	11.264	44.064	0.640	2.44	0.26	0.825	2.42	0.26	0.969	2.43	0.27	1.121	2.42	0.27	1.291	2.40	0.28	1.489	2.39	0.28	1.943	2.37	0.29	2.401	2.38	0.30	3.034	2.41	0.31
18949	11.266	44.014	0.302	2.55	0.21	0.369	2.58	0.24	0.423	2.56	0.27	0.485	2.53	0.28	0.552	2.62	0.29	0.626	2.68	0.29	0.837	2.70	0.32	1.120	2.55	0.33	1.496	2.59	0.34
10514	11.266	45.915	0.336	2.59	0.22	0.434	2.54	0.25	0.538	2.50	0.25	0.607	2.58	0.27	0.684	2.58	0.28	0.795	2.56	0.29	1.140	2.49	0.29	1.492	2.50	0.30	2.045	2.47	0.31
19171	11.268	43.964	0.588	2.48	0.26	0.747	2.45	0.27	0.890	2.44	0.27	1.022	2.44	0.27	1.170	2.42	0.28	1.362	2.40	0.28	1.853	2.39	0.29	2.380	2.41	0.30	3.176	2.42	0.32
10736	11.268	45.865	0.357	2.59	0.23	0.482	2.48	0.25	0.575	2.51	0.26	0.665	2.54	0.27	0.769	2.51	0.27	0.910	2.48	0.28	1.239	2.45	0.29	1.692	2.48	0.30	2.349	2.43	0.30
19393	11.269	43.914	0.552	2.50	0.26	0.897	2.48	0.27	0.793	2.50	0.27	0.920	2.46	0.28	1.067	2.43	0.28	1.221	2.42	0.29	1.652	2.40	0.29	2.109	2.39	0.30	2.783	2.43	0.32
10556	11.27	45.815	0.360	2.51	0.24	0.539	2.45	0.25	0.623	2.50	0.26	0.729	2.50	0.27	0.854	2.46	0.27	1.006	2.45	0.28	1.435	2.43	0.28	1.865	2.47	0.29	2.601	2.40	0.30
19515	11.271	43.864	0.516	2.52	0.25	0.627	2.54	0.27	0.724	2.53	0.28	0.819	2.54	0.28	0.926	2.52	0.29	1.068	2.49	0.29	1.469	2.47	0.30	1.864	2.41	0.31	2.484	2.43	0.32
11180	11.272	45.765	0.416	2.46	0.24	0.556	2.46	0.25	0.667	2																			

Nel 2008, all'apparire di questa nuova normativa in accordo ai dettami della Ordinanza 3274, dal mondo ingegneristico si levarono delle voci di dissenso e di critica sarcastica (Rugarli, 2008). Infatti, apparve evidente l'illusoria presuntuosità della mirabolante precisione con cui furono stampati in Gazzetta Ufficiale gli scuotimenti, in tutti i punti del territorio nazionale, associati a *periodi di ritorno* come 475 o 2475 anni: ben quattro cifre significative (ad esempio 0.1234g), un numero di cifre superiore a quelle ottenibili con una pesa digitale, in vista di una cura dimagrante (ad esempio 78,3kg, e non 78,36kg).

Più che di risultati scientifici, si trattava in effetti di previsioni negromantiche sacralizzate dalla Gazzetta Ufficiale.

Il metodo parascientifico PSHA manteneva la promessa di considerare sismico tutto il territorio nazionale, ed affibbiava numeri molto precisi a tutto il territorio, richiedendo addirittura una interpolazione all'interno della maglia di 5,5km di lato per stabilire con precisione la severità di scuotimento di progetto, da numero civico a numero civico. Fu dimostrato che a distanza di duecento metri da sito a sito cambiava in maniera percentualmente significativa lo scuotimento di riferimento *degli strati profondi (street effect)* e fu evidenziato che la normativa conteneva gravi errori, tali per cui numerosi disgraziati edifici potevano avere salti di scuotimento assai bruschi nel passare da una stanza all'altra degli appartamenti (*room effect*, Rugarli, 2008). Per dare una idea della incredulità e del sarcasmo con cui la norma fu accolta, sulla rivista tecnico scientifica *Ingegneria Sismica* fu proposto "nello spirito probabilistico che anima la norma" di risolvere il problema del salto di scuotimento mediante un ripetuto tiro di dadi.

Ma l'esigenza politico-sociale di una norma "scientifica" perché onnisciente era stata soddisfatta. E nessuno poté opporsi di fatto alla sua applicazione, stante la forza di legge delle pur ridicolizzate amenità. Le proteste valsero solo ad ottenere, un anno dopo, nel 2009, una Circolare esplicativa che correggeva l'errore del salto di scuotimento.

Nel frattempo, i sismi avvenuti a L'Aquila (6 aprile 2009) e in Emilia (20 e 29 maggio 2012), smentivano clamorosamente le mappe di scuotimento poste nelle appena pubblicate Norme Tecniche per le Costruzioni nella edizione del 2008. I livelli di scuotimento risultarono molto più alti di quelli suggeriti per il progetto degli edifici di civile abitazione, e posero nuovamente all'ordine del giorno la temerarietà dell'intreccio tra parascienza e diritto, che pretendendo di dare stime *precise* della sismicità (sia pur sotto il camuffamento probabilistico, un utile *escamotage* atto a ricomprendere ogni eventualità), si poneva sistematicamente nella condizione di essere smentita dai fatti. Si veda a tale riguardo la immagine della figura 6, che mostra il campanile di Finale Emilia, posta a frontespizio del libro *Validazione Strutturale*, vero e proprio atto di accusa ed elzeviro condensato in una sola immagine (Rugarli, 2014).

E' da notare che nelle stesse occasioni dei sismi a L'Aquila ed in Emilia emerse in modo chiaro che il metodo NDSHA aveva dato dei valori di riferimento molto più vicini a quelli effettivamente misurati (e.g. Marzo et al., 2012; Peresan e Panza, 2012).

Sono passati da allora quasi otto anni, e l'approccio della normativa non solo non è stato cambiato, ma minaccia a breve di essere confermato nella prossima edizione delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Ancora oggi, in tutti gli studi di progettazione italiani, si distilla rumore numerico per adempiere a regole di legge che pretendono di stabilire le severità di scuotimento associate a ogni "probabilità", come se la geofisica potesse essere assimilata alla econometria o alla statistica attuariale.

E' da notare che l'approccio è rimasto identico nonostante la Camera dei Deputati, in una delle sue commissioni, abbia espressamente segnalato la necessità per lo meno di affiancare ai metodi probabilistici, i più recenti ed affidabili metodi neo deterministici (Camera dei Deputati, 2011).

Allora, come spesso avviene quando un sistema di leggi si allontana dalla società alla quale serve, nuove interpretazioni del dettato normativo si sono affacciate, e si è visto il caso di un'amministrazione pubblica che ha usato il metodo neodeterministico per la messa in sicurezza di edifici scolastici (Stolfo, 2015, Panza et al., 2015).

Si è in particolare usato il seguente passaggio delle Norme Tecniche per le Costruzioni:

*L'uso di accelerogrammi generati mediante simulazione del meccanismo di sorgente e della propagazione è ammesso a condizione che siano adeguatamente giustificate le ipotesi relative alle caratteristiche sismo genetiche della sorgente e del mezzo di propagazione.*

(NTC 2008 3.2.3.6)

Un tale capoverso può essere considerato come una piccola finestra aperta attraverso la quale persone di buona volontà e coscienza possono passare per impiegare sistemi di determinazione della pericolosità sismica diversi da quelli parascientifici di legge.

## ***Il metodo NDSHA***

Si è detto che il metodo probabilistico PSHA è parascientifico, mentre quello neodeterministico NDSHA non lo è, anche se, ovviamente, affetto da incertezze non trascurabili.

Una prima ragione di tale circostanza è nel fatto che NDSHA non pretende di specificare in modo troppo preciso i livelli di scuotimento attesi: basti dire che la maglia tipica delle mappe NDSHA, compatibile con il potere risolutivo dei dati contenuti nei cataloghi parametrici, è 16 volte più grande di quella PSHA. Ciò è ovviamente in contrasto con la vulgata di scienza onnisciente.

Una seconda ragione, è che poiché NDSHA si propone di indicare un valore di inviluppo, ovvero un valore che non dovrebbe essere superato, esso è immediatamente falsificabile e verificabile: se in una zona sismogenetica avviene un terremoto di magnitudo superiore a quella indicata da NDSHA, allora occorre misurare lo scarto. Se tale scarto è superiore al numero delle deviazioni standard ipotizzate per definire il Massimo Terremoto Credibile, allora le mappe sono immediatamente invalidate; analoga falsificazione si ha se i valori di picco (e.g. la PGA) registrati al basamento consolidato in occasione di un evento successivo alla redazione delle mappe NDSHA superano, entro i limiti di errore, quelli riportati nelle mappe stesse. Diversamente, una invalidazione delle mappe probabilistiche non fornisce alcuna informazione utile, data la ambiguità legata alla interpretazione della violazione: "cattive ipotesi di base o sfortuna?" (Stein et al., 2012).

L'Italia è l'unico paese al mondo dove è disponibile un catalogo di terremoti affidabile, almeno per eventi con  $M \geq 5$ , a partire dall'anno 1000. Il metodo NDSHA è stato sviluppato per sfruttare al meglio l'unicità del catalogo italiano traendo contemporaneamente vantaggio dal patrimonio di dati geologici, strutturali e sismotettonici disponibile per l'intero territorio. NDSHA sfrutta al meglio tutte queste informazioni nell'ambito di un modello fisico della sismogenesi. Questo modello ha ovviamente dei limiti naturali, che, tuttavia, risultano, in base alla verifica fornita dagli eventi maggiori che sono accaduti

nell'ultimo ventennio, meno severi di quelli dei modelli statistici (soggettivi e privi di basi fisiche) che sono alla base di PSHA.

Il problema tipico della stima della pericolosità sismica consiste nella determinazione delle caratteristiche del moto del suolo associabile ai terremoti futuri. Come già accennato, il differente approccio sismologico con cui può essere realizzata la definizione della pericolosità sismica ha portato allo sviluppo di due metodi diversi e complementari: il metodo deterministico (DSHA – *Deterministic Seismic Hazard Analysis*) ed il metodo probabilistico (PSHA – *Probabilistic Seismic Hazard Analysis*). Entrambi presentano dei limiti più o meno severi; entrambi utilizzano relazioni di attenuazione empiriche per descrivere la propagazione delle onde sismiche dalla sorgente del terremoto al sito di interesse. Una variante drasticamente ottimizzata, con solide basi fisiche, del metodo DSHA, è nota in letteratura come metodo neo-deterministico (NDSHA – *Neo Deterministic Seismic Hazard Analysis*, Panza et al., 2014).

Il metodo NDSHA è basato sul calcolo di sismogrammi sintetici mediante ben note leggi fisiche di generazione e propagazione delle onde e pertanto non richiede le approssimazioni legate alle relazioni di attenuazione (che vengono usate anche nel DSHA), generalmente non valide. Rispetto al metodo deterministico classico, NDSHA si differenzia anche per l'uso di un ampio insieme di terremoti di scenario definiti a partire dalle conoscenze disponibili sulla storia sismica e sulla sismotettonica della zona in esame e da quelle relative ai nodi sismo genetici.

I punti di partenza comuni a PSHA e NDSHA sono le zone sismogenetiche e il catalogo parametrico. La differenza rispetto all'approccio PSHA è che con NDSHA si determina, fra l'altro, un massimo terremoto credibile MCE, per ogni area, incrociando da un lato i massimi storici presenti nel catalogo, dall'altro i dati relativi a possibili zone sorgenti, non attive in epoca storica, identificate mediante metodi di zonazione morfostrutturale e pattern-recognition (Gelfand et al., 1972, Alekseevskaya et al., 1977, Gorshkov et al., 2002, Gorshkov et al., 2004). Non vi sono medie pesate, alberi logici, distribuzioni di probabilità, ma è sistematico l'impiego di ipotesi inviluppanti e prudenziali. Non si pretende di determinare inesistenti "periodi di ritorno"<sup>11</sup>, ma essenzialmente si cerca di stimare il peggio che può accadere, sulla base delle osservazioni disponibili e delle relative incertezze, con un massiccio uso di meccanica classica e di soluzioni analitiche di equazioni differenziali.

L'incompletezza del catalogo storico per eventi di Intensità,  $I_{MCS}$  (scala Mercalli, Cancani, Sieberg), inferiore ad VIII, ovvero con Magnitudo,  $M$ , inferiore a 5, è molto meno influente sulle stime di pericolosità NDSHA rispetto a quelle ottenibili col metodo PSHA (Rugarli, 2014).

## ***Il problema della previsione***

A livello internazionale e nazionale sono state proposte ed applicate diverse metodologie previsionali, di tipo probabilistico e non, basate sull'analisi della sismicità. Le previsioni probabilistiche utilizzano modelli che forniscono una descrizione statistica del susseguirsi dei forti terremoti che avvengono entro un'area

---

<sup>11</sup> Se si ritiene veramente indispensabile è possibile introdurre il concetto di "ricorrenza" che nulla ha in comune col concetto di "periodo di ritorno". NDSHA separa naturalmente la stima del moto del suolo dalla sua ricorrenza, quindi là dove la quantità dei dati disponibili lo permette, può definire in modo adeguato il numero di volte che un certo valore di pericolosità è stato sporadicamente raggiunto, per esempio, in 1000 anni (ricorrenza) (e.g., Peresan et al., 2013).

delimitata. Poiché il numero di tali eventi è estremamente ridotto, anche considerando un intervallo di tempo che comprende il catalogo della sismicità storica, la scelta dei modelli e dei relativi parametri risulta altamente soggettiva. Inoltre, la perdurante rarità dei forti terremoti nell'area rende praticamente impossibile una verifica sperimentale di tali modelli.

Mediante NDSHA, accanto alle mappe di pericolosità sismica a scala nazionale, sono definiti gli scenari di pericolosità sismica dipendenti dal tempo (Peresan e Panza, 2013), associando alle aree allertate dalle previsioni a medio termine spazio-temporale dei terremoti (algoritmi CN ed M8, Peresan et al., 2005) i relativi scenari di scuotimento del suolo.

L'esperimento di previsione a medio termine spazio-temporale degli eventi sismici, condotto mediante la definizione formale e la trasmissione alla Protezione Civile del Friuli Venezia Giulia (PCFVG) delle indicazioni relative alle aree allertate, si pone all'avanguardia rispetto a progetti internazionali solo recentemente intrapresi o tuttora in fase di definizione per la validazione delle metodologie di previsione dei terremoti (Peresan et al., 2012). Il monitoraggio delle anomalie nel flusso sismico ha reso possibile fra l'altro la previsione del terremoto che ha colpito l'Emilia il 21 Maggio 2012. Di tale possibilità era stata data comunicazione alla Commissione Grandi Rischi, nel corso della riunione tenutasi a Roma il 4 Maggio 2012 (Panza et al., 2014b).

In un'ottica di prevenzione, è essenziale che almeno le strutture strategiche e pubbliche siano progettate in modo da resistere ai futuri forti terremoti. Quando, in una certa area, un terremoto avviene, con una data magnitudo  $M$ , lo stesso genera un moto sismico del suolo che non dipende certamente dalla sua sporadicità. In questa prospettiva, i parametri di progettazione antisismica non devono essere ridotti o aumentati in funzione della maggiore o minore sporadicità del terremoto, come previsto da PSHA, ma devono tener conto dei valori di magnitudo definiti in base alla storia sismica e alla sismotettonica, come previsto dall'approccio NDSHA.

Conseguentemente, per passare da un'ottica focalizzata sulla gestione dell'emergenza ad una nuova prospettiva basata sulla prevenzione, è necessario rivalutare sostanzialmente l'ambito di applicabilità di PSHA. È proprio in tale ottica che è stata presentata la proposta di Legge "Delega al Governo per l'adozione del Piano antisismico nazionale" - Proposta di legge C. 1184 dell'11 giugno 2013(XVII Legislatura (Testo già presentato al termine della XVI Legislatura) - sottoscritta dall'On. Benamati e da altri sedici parlamentari, dove si propone di aggiornare la classificazione sismica del territorio nazionale anche mediante l'affiancamento di diverse metodologie per la valutazione del rischio, fra le quali in particolare NDSHA.

Ma nulla è poi avvenuto.

## **Conclusioni**

Come in tanti altri ambiti di interazione tra Scienza e Diritto, anche per la determinazione della pericolosità sismica l'itinerario seguito dalle leggi italiane è stato tortuoso e in parte irrazionale, a riprova della estrema difficoltà di un rapporto, quello tra scienza e diritto, che sempre più si delinea di importanza fondamentale nelle società moderne.

Non si può pretendere che un simile rapporto di interazione sia sempre chiaro, univoco, e costantemente tale da produrre miglioramenti. Ma le storture che sono state descritte sembrano

descrivere un processo nel quale le vere esigenze scientifiche passano troppo spesso in secondo o terzo piano rispetto a quelle politiche ed economiche.

Spetta in definitiva a chi ha chiaro il problema agire corrispondentemente. Molto potrebbe aiutare un'opinione pubblica informata ed istruita.

E' quindi auspicabile che si diffonda un'idea corretta di cosa sia la Scienza, per evitare che sia scambiata con la presuntuosa arroganza di chi pretende di sapere tutto (come in certi ambiti culturali tradizionalmente forti nel nostro Paese) o invece, al contrario, con l'effettiva capacità di prevedere e sapere tutto, come sembrano credere molti, orfani di forme di conoscenza ormai apparentemente bandite, come la veggenza o la divinazione.

## Riferimenti

AA.VV. (2015), Fatwa N. 64, [http://graphics.thomsonreuters.com/doc/slaves\\_fatwa.pdf](http://graphics.thomsonreuters.com/doc/slaves_fatwa.pdf), 2015.

Alekseevskaya, M.A., Gabrielov, A.M., Gvishiani, A.D., Gelfand, I.M., Ranzman and E.Ya. (1977), Formal morphostructural zoning of mountain territories, *J. Geophys.*, 43, 227-233.

Dominique P. and Andre E. (2000), Probabilistic seismic hazard map on the French national territory. 12 WCEE, Auckland, New Zealand (<http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/0632.pdf>)

Angell Marcia (2015), Medical Research: The Dangers to the Human Subjects, *The New York Review of Books*, 18, LXII, 2015.

Bilham, R. (2009), The seismic future of cities, *Bull. Earthquake Eng.*, 7, 839-887. <http://dx.doi.org/10.1007/s10518-009-9147-0>.

Bizzarri A. (2012), What can physical source models tell us about the recurrence time of earthquakes?, *Earth-Science Reviews*, 115, 304-318.

Camera dei Deputati della Repubblica Italiana (2011), VIII Commissione Permanente Ambiente Territorio e Lavori Pubblici, Risoluzione 8-00124, 8-6-2011, Benamati G., In Materia di Isolamento Sismico delle Costruzioni Civili e Industriali.

Castaños H. and Lomnitz C. (2002), PSHA: is it Science?, *Eng. Geo.*, 66, 315-317.

Cornell, C.A. (1968), Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 58, 1583-1606.

Costa G., Panza G.F., Suhadolc P. and Vaccari F. (1993), Zoning of the Italian territory in terms of expected peak ground acceleration derived from complete synthetic seismograms, *Journal of Applied Geophysics*, 30, 149-160.

De Finetti B. (1970), Teoria delle Probabilità, Einaudi.

Freedman D. A. and Stark P. B. (2003), What is the chance of an earthquake?, Technical Report 611, Department of Statistics, University of California at Berkeley, rev. January 2003.

Gelfand, I., Guberman, Sh., Izvekova, M., Keilis-Borok, V. and Rantsman, E. (1972), Criteria of high seismicity, determined by pattern recognition, *Tectonophysics*, 13, 415-422.

- Geller R. J., Mulargia F. and Stark P. B. (2016), Why We Need a New Paradigm of Earthquake Occurrence, *Subduction Dynamics: From Mantle Flow to Mega Disasters, Geophysical Monograph 211*, First Edition. Edited by Gabriele Morra, David A. Yuen, Scott D. King, Sang-Mook Lee, and Seth Stein. 2016 American Geophysical Union. John Wiley & Sons.
- Gorshkov, A.I., Panza, G.F., Soloviev, A.A. and Aoudia, A. (2002), Morphostructural zonation and preliminary recognition of seismogenic nodes around the Adria margin in peninsular Italy and Sicily, *JSEE-Spring 2002*, 4 (1), 1-24;
- Gorshkov, A.I., Panza, G.F., Soloviev, A.A. and Aoudia, A. (2004), Identification of seismogenic nodes in the Alps and Dinarides, *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 123, 3-18.
- Kahneman D.(2012), *Pensieri Lenti e Veloci*, Saggi Mondadori
- Klügel J.-U. (2007), Error inflation in probabilistic seismic hazard analysis, *Eng. Geo.*, 90, 186-192.
- Kossobokov V. (2014), Times of Increased probabilities for occurrence of catastrophic earthquakes: 25 years of hypothesis testing in real time. Chapter 18 In: Wyss M, Shroder J (eds) *Earthquake Hazard, Risk, and Disasters*, Elsevier, London, 477-504.
- Kossobokov, V. and Nekrasova, A. (2012), Global Seismic Hazard Assessment Program Maps Are Erroneous, *Seismic Instrum.* 48, 162-170, doi: 10.3103/S0747923912020065. Allerton Press, Inc.
- INGV (2004), Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dalla Ordinanza P.C.M. del 20/3/2004 n° 3274 – Rapporto Conclusivo.
- Kossobokov V.G. and Soloviev A.A. (2015), Evaluating the results of testing algorithms for prediction of earthquakes, *Doklady Earth Sciences*, 460, 192-194; DOI: 10.1134/S1028334X15020208.
- Mandel'štam O. (2004), Il programma del pane, a cura di L. TOSI, Troina (En), Città aperta, p. 35.
- Marzo A., Marghella G. and Indirli M. (2012), The Emilia-Romagna earthquake: Damages to precast/prestressed reinforced concrete factories, *Ingegneria Sismica*, 29, 132-147.
- Molchan G.M., Kronrod, T.L. and Panza G.F. (1997), Multiscale seismicity model for seismic risk, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 87, 1220-1229.
- Mualchin L. (2004), Seismic Hazard Assessment for Bridge Engineering in California, 13th World Conference Earthquake Engineering, 2004, [http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_2226.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2226.pdf).
- Musson RMW (2007), The Effects of Magnitude Uncertainty on Earthquake Activity Rates, BGS, <http://nora.nerc.ac.uk/500525/1/BSSANoteV4b.pdf>.
- Panza G.F., Vaccari F., Costa G., Suhadolc P. and Fah D. (1996), Seismic input modeling for zoning and microzoning, *Earthquake Spectra* 12, 529-566.
- Panza G. F., Romanelli F. and Vaccari F. (2001), Seismic Wave Propagation in Laterally Heterogeneous Anelastic Media: Theory and Application to Seismic Zonation, *Advances in Geophysics*, 43, 1-95, Academic Press.
- Panza, G.F., Alvarez, L., Aoudia, A., Ayadi, A., Benhallou, H., Benouar, D., Bus, Z., Chen, Y., Cioflan, C., Ding, Z., El-Sayed, A., Garcia, J., Garofalo, B., Gorshkov, A., Gribovszki, K., Harbi, A., Hatzidimitriou, P., Herak, M., Kouteva, M., Kuznetsov, I., Lokmer, I., Maouche, S., Marmureanu, G., Matova, M., Natale, M., Nunziata, C., Parvez, I.A., Paskaleva, I., Pico, R., Radulian, M., Romanelli, F., Soloviev, A., Suhadolc, P., Szeidovitz, G., Triantafyllidis, P. and Vaccari, F. (2002), Realistic

modeling of seismic input for megacities and large urban areas (the UNESCO/IUGS/IGCP project 414), *Episodes*, 25, 160-184.

Panza G.F., La Mura C., Peresan A., Romanelli F. and Vaccari F. (2012), Seismic Hazard Scenarios as Preventive Tools for a Disaster Resilient Society. In R. Dmowska (Ed.), *Advances in Geophysics*, 53, 93-165, Elsevier, London.

Panza G.F., Peresan A. and La Mura C. (2013), Seismic hazard and strong ground motion: an operational neo-deterministic approach from national to local scale. *Geophysics and Geochemistry*, [Eds. UNESCO-EOLSS Joint Committee]. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK.

Panza G.F., G. Kossobokov V., Peresan A. and Nekrasova A. (2014), Why are the Standard Probabilistic Methods of Estimating Seismic Hazard and Risks Too Often Wrong. *Earthquake Hazard, Risk, and Disasters*, 309-357. Doi: 10.1016/B978-0-12-394848-9.00012-2. ISBN: 978-0-12-394848-9.

Panza G.F., Peresan A. e Margin A. (2014b), Memorie Descrittive Della Carta Geologica D'Italia. ISPRA Servizio Geologico D'Italia., 94, 1-103.

Panza G., Romanelli F., Vaccari F. e Altin G. (2015), Vademecum per la Verifica Sismica di Edifici Esistenti [http://www.provincia.trieste.it/opencms/export/sites/provincia-trieste/it/attivita-servizi/cantieri-della-provincia/allegati-cantieri/allegati-edilizia-scolastica/ProvinciaTS\\_Vademecum\\_verifica\\_sismica\\_luglio2015\\_eng.pdf](http://www.provincia.trieste.it/opencms/export/sites/provincia-trieste/it/attivita-servizi/cantieri-della-provincia/allegati-cantieri/allegati-edilizia-scolastica/ProvinciaTS_Vademecum_verifica_sismica_luglio2015_eng.pdf)

Peresan, A., Kossobokov, V., Romashkova, L. and Panza, G.F. (2005), Intermediate-term middle-range earthquake predictions in Italy: a review, *Earth-Science Reviews*, 69, 97-132.

Peresan A., Kossobokov V. G. and Panza G.F. (2012), Operational earthquake forecast/prediction. *Rend. Fis. Acc. Lincei*, 23, 131-138, Doi: 10.1007/s12210-012-0171-7.

Peresan A. and Panza G.F. (2012), Improving Earthquake Hazard Assessments in Italy: An Alternative to "Texas Sharpshooting", *Eos*, 93, 538-539, 18 December 2012.

Peresan A. and Panza G. (2013), Scenari Neo-deterministici di pericolosità sismica (NDSHA) dipendenti dal tempo, Giornata di studio Sicurezza sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante Roma 7 febbraio 2013, 11-16, ENEA, ISBN 978-88-8286-285-5.

Peresan A., Magrin A., Nekrasova A., Kossobokov V.G. and Panza G.F. (2013), Earthquake recurrence and seismic hazard assessment: a comparative analysis over the Italian territory. Proceedings of the ERES 2013 Conference. WIT Transactions on The Built Environment, 132, 23-34. DOI: 10.2495/ERES130031, ISSN 1743-3509.

Petricca P., Barba S., Carminati E., Doglioni C. and Riguzzi, F. (2015), Graviquakes in Italy, *Tectonophysics*, 656, 202-214.

Pierotti P. (2003), *Manuale di Sismografia Storica*, Edizioni Plus, Università di Pisa.

*Redazione Il Centro* (2016), Terremoto, caso De Bernardinis: 'I Parenti delle Vittime e la Verità Meritano Rispetto', *Il Centro*, 10 Gennaio 2016, <http://www.ilcapoluogo.it/2016/01/10/terremoto-caso-de-berardinis-i-parenti-delle-vittime-e-la-verita-meritano-rispetto/>

Romano Pier Antonio (1941), I Criteri Legislativi per la Qualificazione Razziale, in *Il Diritto Razzista*, 1-4, 1941

- Rugarli P. (2008), Zone Griglie o...Stanze?, *Ingegneria Sismica*, 1, 2008
- Rugarli P. (2014), *Validazione Strutturale*, EPC Libri, Roma, 2015
- Rugarli P. (2015), The Role of the Standards in the Invention of the Truth, Atti, Convegno La Resilienza delle Città d'Arte ai Terremoti, 3-4 Novembre 2015, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, inviato per la stampa.
- Soloviev A., Gvishiani A., Gorshkov A., Dobrovolsky M. and Novikova. O. (2014), Recognition of Earthquake-Prone Areas: Methodology and Analysis of the Results, *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 50, 151–168. © Pleiades Publishing, Ltd.
- Stein S., Geller R. and Liu M. (2012), Bad assumptions or bad luck: why earthquake hazard maps need objective testing, *Seismological Res Lett*, 82,623-626.
- Stolfo P. (2015), Il Programma di Verifiche Sismiche della Provincia di Trieste sugli Edifici di Propria Competenza [http://www.provincia.trieste.it/opencms/opencms/it/attivita-servizi/cantieri-della-provincia/immobili/Programma\\_verifiche\\_sismiche/](http://www.provincia.trieste.it/opencms/opencms/it/attivita-servizi/cantieri-della-provincia/immobili/Programma_verifiche_sismiche/)
- Tortosa G. (1829), Istituzioni di Medicina Forense, Bologna 1829, Dalla Stamperia delle Muse.
- Trendafiloski G., Wyss M. and Rosset P. (2011), Loss estimation module in the second generation software QLARM, In: Spence R., So E., Scawthorn C. (eds.) Human casualties in earthquakes: progress in modeling and mitigation, Springer, 381–391.
- Wang Z. (2010), Seismic Hazard Assessment: Issues and Alternatives, *Pure and Applied Geophysics*, 11-25, 168. DOI:10.1007/s00024-010-0148-3.
- Wang Z. and Cobb C. (2013), A critique of probabilistic versus deterministic seismic hazard analysis with special reference to the New Madrid seismic zone, *Geological Society of America Special Papers*, 493, 259-275.
- Wyss M., Nekrasova A. and Kossobokov V. (2012), Errors in expected human losses due to incorrect seismic hazard estimates, *Natural Hazards*, 62, 927–935, 10.1007/s11069-012-0125-5.
- Wyss M., Rosset P. (2012), Mapping Seismic Risk: the Current Crisis, *Natural Hazards*, 68, 49-52, 10.1007/s11069-012-0256-8.