

CONTRIBUTI E LIMITI DELL'ANALISI DEI RISCHI NEI CRITERI DI SICUREZZA

Prof. Ing. Pierfranco Ventura

Rivista Geologia Ambientale 1/2013

Sommario

Si passano in rassegna i principali contributi fondamentali che le Scienze e le Tecnologie dell'Ingegneria apportano alla progettazione delle opere che interagiscono fortemente con il terreno.

Si evidenziano per contro i limiti intrinseci, specie dei moderni criteri statistico-probabilistici, nell'analisi dei rischi e nella valutazione della sicurezza soprattutto nei campi: del Consolidamento dell'esistente e della Difesa del suolo in zona sismica, od anche della Difesa delle coste dalle forti mareggiate.

Massima attenzione è posta alla progettazione preventiva, al metodo osservazionale ed ai programmi di manutenzione che consentono realisticamente di ridurre i rischi ed i costi, non affidandoli solo a virtuali previsioni numeriche od a stime eccessive per contemperare eventi estremi di ogni genere, o peggio a generici accertamenti e stime sommarie sotto la pressione dell'emergenza.

1 – Premessa

L'iter interdisciplinare della progettazione, specialmente in campo ambientale e di difesa del suolo, presenta un contributo dell'Ingegneria Civile quale storica traghettatrice dalla realtà geologico naturalistica all'arte delle scelte architettoniche, urbanistiche e di conservazione del paesaggio.

Tale contributo si basa, come noto, sugli apporti principalmente delle 6 discipline: Meccanica Razionale, Scienza delle Costruzioni, Tecnica delle Costruzioni, Geotecnica, Sismica e Consolidamento, con notevoli influenze sull'analisi dei rischi, ovvero sulla valutazione della sicurezza e quindi dei costi degli interventi.

I contributi sono incentrati sui: *modelli di calcolo* specie riguardanti l'interazione terreno-struttura in campo statico e sismico, corrispondenti caratteristiche sperimentali dei *materiali*, valutazione delle *azioni* statiche e sismiche, criteri di *sicurezza di norma* per applicarli ai progetti come sistematicamente trattato per le fondazioni (P. Ventura, 2011).

Ai contributi *Scientifici*, peculiari della progettazione, si affiancano quelli *Tecnologici*, specie innovativi e di qualità dei cantieri, con le analoghe grandi responsabilità dei Direttori dei Lavori.

Tali apporti, specie nel campo del Consolidamento dell'esistente e della Difesa del suolo, devono anzitutto armonizzarsi con la realtà Idro-Geomorfologica condizionando le scelte Architettoniche ed Urbanistiche in modo da rispettare a tutti i livelli la scala dei problemi.

Il dialogo interdisciplinare fra Geologi, Ingegneri ed Architetti insieme a Committente ed Impresa, permeato dall'amore per l'opera che si vuole realizzare, precede in ogni caso ampiamente i criteri di sicurezza e le relazioni di calcolo.

In altri termini senza scelte etiche i contributi delle predette discipline si appiattiscono, come evidenziato nella figura 1, in modo simbolico.

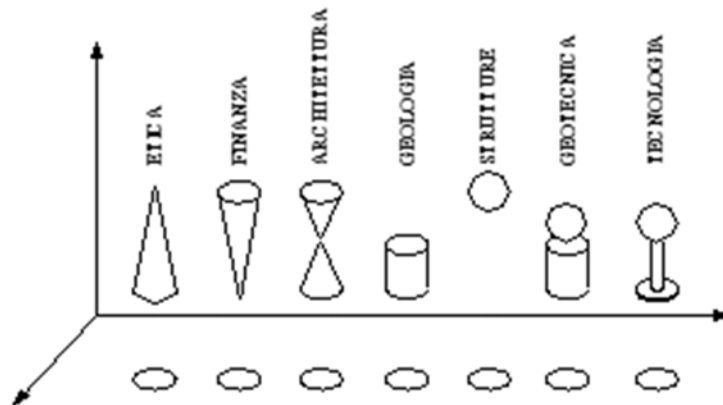


FIGURA 1 Appiattimento delle discipline senza l'interdisciplinarietà, con gravi rischi

2 - I modelli costitutivi

Il primo contributo teorico classico è, come noto, dato dalle ipotesi che si fanno sul comportamento costitutivo dei materiali ovvero sulle leggi sforzi - spostamenti o tensione deformazione.

Il modello più antico è quello *rigido perfetto* ovvero di assenza di deformazione dei materiali, con il grande contributo che offre la Statica, in particolare grafica, che evidenzia l'importanza di avvicinare il più possibile l'asse centrale del sistema di forze agenti con l'asse principale d'inerzia verticale del complesso struttura terreno significativo, interagente specie con le risultanti delle spinte dell'acqua e con le condizioni "drenate" e "non drenate" più sfavorevoli.

Più tali assi divergono, più aumentano i rischi già in campo statico e idraulico, in quanto la presenza di irregolarità sia in pianta che nelle sezioni, dovute alle scelte architettoniche e/o ai diversi affioramenti o inclinazioni e fratture degli strati geologici, fanno divergere dalla verticale gravitativa l'asse principale d'inerzia, costretto ad inclinarsi per annullare i momenti d'inerzia centrifughi, secondo la *Geometria delle Masse*.

Tale divergenza si esalta notevolmente specie in caso di terremoti ed in presenza di scavi in pendio, in quanto gli assi principali d'inerzia del complesso delle masse devono sopportare la ciclicità dinamica delle forze d'inerzia, specie nelle componenti orizzontali.

Fondazioni compensate, con derive tipiche della progettazione navale, consentono di armonizzare la geometria delle masse geologiche con le azioni sismiche.

Grande limite del modello rigido è invece quello di non considerare minimamente le sollecitazioni e le deformazioni interne, ovvero le "forze d'animo" dei materiali che si adattano alle variazioni, attenuando e differendo fortemente i rischi di danni.

I modelli costitutivi struttura - terreno di Scienza delle Costruzioni e Meccanica del Continuo, a cominciare dal comportamento *elastico perfetto* (fino a deformazioni permanenti cicliche minime) consentono di superare i limiti della Statica: il governo "omogeneo" delle deformazioni ammissibili entro lo stato limite di esercizio si affianca con grande efficacia ai predetti criteri di geometria delle masse, fornendo un limpido calcolo di riferimento per contenere i rischi.

Come tutti i modelli anche il modello elastico presenta dei limiti specie in presenza di sollecitazioni sismiche, per cui il calcolo lineare non è valido ma è necessario fare ricorso a modelli *plastici perfetti* (fino a flussi più complessi per fratturazione) ed ai fondamentali

dimensionamenti per evitare la subdola instabilità con margini rispetto agli stati limite critici sia della struttura che del terreno specialmente in pendio.

I limiti poi del calcolo iperstatico non lineare struttura-terreno sono concentrati nel calcolo a rottura, facendo a meno delle equazioni di congruenza e introducendo i criteri probabilistici, tornando alla Statica delle sollecitazioni agenti *limite ultime* da confrontare direttamente con quelle resistenti.

I rischi vengono analizzati nel vivo per poterli prevenire e cercare di salvaguardare le vite umane ed attenuare al massimo i danni: la distribuzione delle masse M , delle rigidità K e delle capacità di smorzamento D arricchiscono fortemente i criteri statici prima delineati, in modo da sfuggire alla risonanza, armonizzando D , K , M , come nei componenti elettronici degli oscillatori R , L , C (resistenza, induttore, condensatore).

Si noti subito che, se si vuole massimizzare l'efficacia dello smorzamento D , non si deve farlo a scapito della rigidità K e della massa M , specie nelle murature, altrimenti si finisce per non rispettare i secolari criteri statici e per colmo rendere il complesso struttura - terreno passibile d'instabilità.

Ad esempio un mensola alta più di 7 volte la dimensione minore in pianta, specie di fondazione, può essere coadiuvata da controventi e smorzatori antisismici, ma per dare lunga vita all'opera e prevenire al massimo i rischi, specie in caso di eventi eccezionali, è opportuno non superare la predetta altezza limite per prevenire l'instabilità.

3 - I materiali

Il comportamento reale dei materiali, come noto, diverge da quello dei predetti modelli, specie nel campo geotecnico, pur brillantemente rivisitati come mezzi porosi elastici e plastici per contemperare le sovrappressioni interstiziali e gli effetti dei percorsi delle tensioni indotte a partire da quelle geostatiche (*stress paths*).

I rischi aumentano al crescere della eterogeneità, che si può ridurre al massimo nelle scelte strutturali soprattutto in fondazione che deve anzitutto "omogeneizzare" le forti diversità idro-geomorfologiche.

La sperimentazione si può limitare ad un numero ristretto di *campioni* significativi se i mezzi sono omogenei, con il grande vantaggio, inoltre, di poter usufruire dei potenti programmi di calcolo potendo estendere i modelli costitutivi a tutto il complesso finito.

Tale estensione diventa illusoria e rapidamente fonte di gravi rischi al crescere delle differenze fra i predetti modelli costitutivi perfetti ed il reale comportamento deformativo e resistente dei materiali, per cui è necessario ricorrere alle prove *in situ* e nei casi più complessi al monitoraggio in *vera grandezza* ed al *metodo osservazionale* suffragato dall'*analisi retrogressiva* dei dati misurati (*back analysis*), specie nel campo del consolidamento o delle opere marittime.

La figura 2 evidenzia l'importanza del metodo osservazionale nel dimensionamento ad esempio dei rivestimenti delle gallerie, basandolo su calcoli agli elementi finiti con modelli assunti sulla base di indagini in avanzamento e monitoraggi, e non su sofisticati output di progetto in appalto senza

Peraltro anche gli eccessi di prove e di calcoli, specie molto sofisticati, vanno arginati, favorendo anzitutto le sperimentazioni semplici ed i saggi sulle variazioni dei rilievi geometrici e di consistenza.
dati di input.

La scelta delle indagini e del predetto livello delle prove, specie geotecniche, deve essere sotto la piena guida del progettista responsabile: il predetto dialogo fra Geologo, Ingegnere ed Architetto si mette alla "prova con le prove", in particolare "drenate o non drenate" più sfavorevoli.

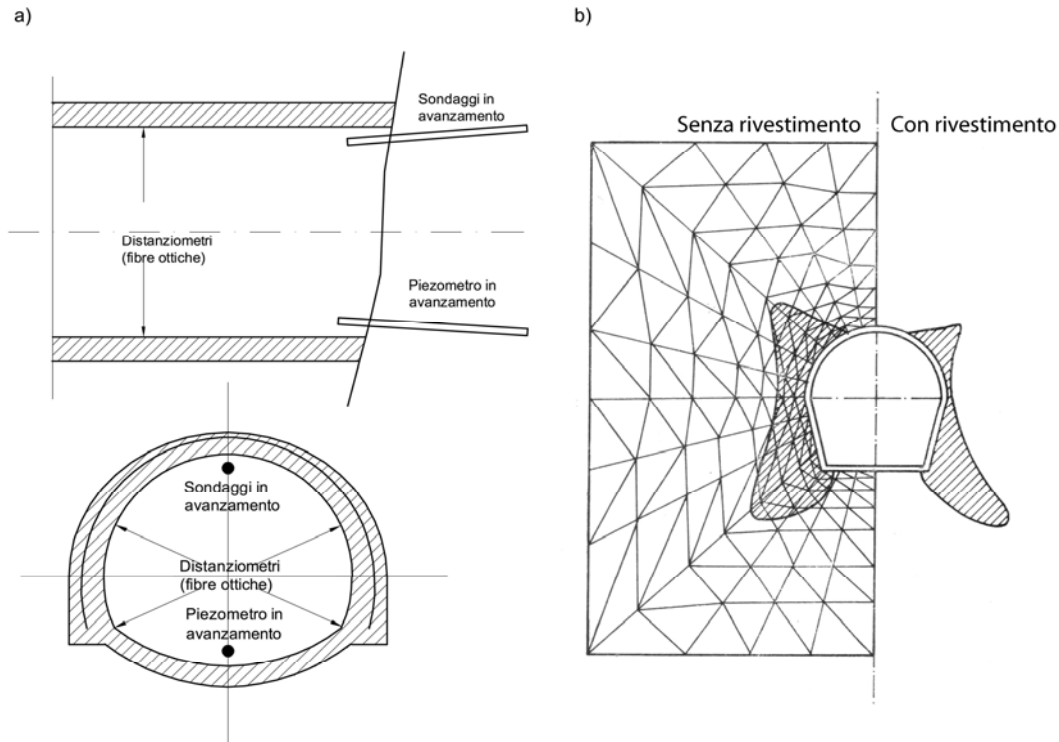


FIGURA 2 Metodo degli elementi finiti successivo al Metodo osservazionale

Si evitano i rischi da cure inutili decise su dati scelti in sedi separate o peggio “a tavolino” basandosi su cause quantomeno secondarie e lasciando aggravare quelle che provocano i dissesti; oppure si effettuano diagnosi catastrofiche con sprechi di spesa altrettanto gravi, basandosi su accertamenti sommari anche dopo l'emergenza.

Le divergenze aleatorie fra modelli e realtà dei comportamenti dei materiali sono inoltre attenuate utilizzando i criteri di sicurezza semiprobabilistici, come evidenziato nei paragrafi successivi, entrando nella moderna analisi del rischio (*risk criteria*) pur con i limiti della geotecnica e del consolidamento specie in zona sismica.

4 – Le azioni

Tema fonte di aleatorietà, duale a quella sui materiali, nell'analisi dei rischi è incentrato sulla valutazione delle azioni, come noto contemperato soprattutto dai moderni criteri di sicurezza delle normative sismiche internazionali.

La figura 3 schematizza anzitutto il ruolo del *rapporto fra azioni* accidentali Q , sia verticali sia orizzontali aleatorie, ed i pesi G dell'opera costanti nel tempo: si passa dai millenari ponti romani a G prevalente con manutenzione minima, alle strutture usuali in cui gli accidentali sono una frazione limitata di G , fino agli aerei in cui Q è dell'ordine di G , la vita è decennale e le manutenzioni sono periodiche ed elevate.

La forte incidenza dei costi della manodopera ha portato a ridurre molto G , con le predette considerazioni sismiche su M ed evidenti perdite di durabilità oltre che di valore artistico: ciò specie se la manutenzione è carente ed oltretutto aumentando i rifiuti “usa e getta”, perdendo validissimi posti di lavoro per le riparazioni, stritolate dal consumismo con eccessi di variazione dei modelli.

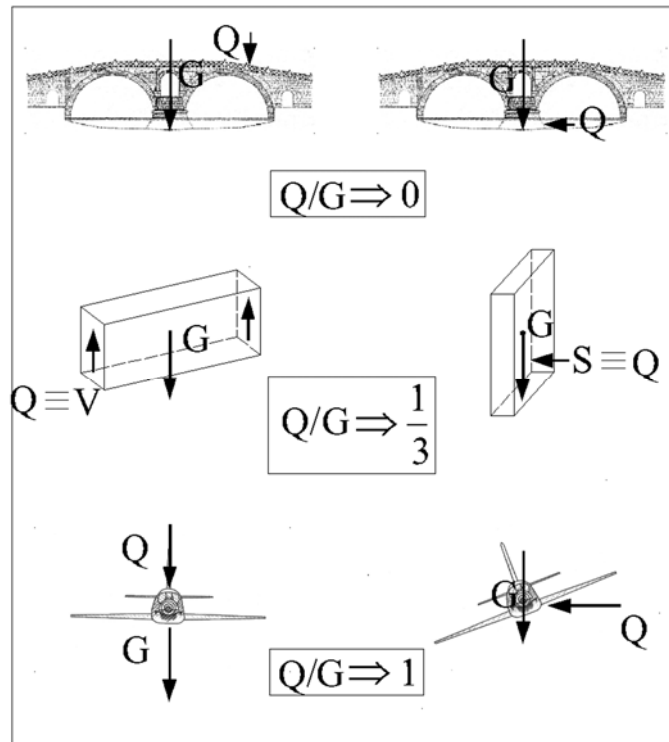


FIGURA 3 Ruolo del rapporto fra carichi accidentali Q e permanenti G sul prevalere del comportamento statico o dinamico

In tale ottica è importante che il costo della manutenzione sia previsto dal committente negli appalti insieme al costo iniziale in accordo programmatico con la vita dell'opera, come previsto dalla vigente normativa europea, in modo da minimizzare concretamente più che solo probabilisticamente i rischi.

Le azioni di norma sono distinte in funzione degli *stati limite di esercizio, danno e ultimo* in sintonia con i moderni criteri di sicurezza specie in zona sismica.

Si noti subito che *azioni eccezionali* rare o estreme, come incendi o esplosioni ed impatti, a volte fanno prendere provvedimenti sproporzionati specie su opere esistenti che invece necessitano anzitutto di consolidamenti addirittura statici o di regimazione delle acque.

Particolare attenzione va posta alle *azioni cinematiche*, ovvero agli effetti distorcimenti imposti dagli spostamenti differenziali specie da cedimenti differenziali in fondazione: si faccia bene attenzione che escludere completamente gli spostamenti, anziché lasciarli in campo ammissibile, significa cadere nel grave errore di rifugiarsi solo nel modello rigido, contraddicendo l'adattabilità alla sicurezza evidenziata dalla Scienza delle Costruzioni ed esasperando i costi fino allo sperpero.

Le *azioni sismiche* di norma sono analogamente correlate alla adattabilità del complesso struttura-terreno agli spostamenti ciclici limite, ovvero in base alla reale duttilità dell'opera.

Una idro-geomorfologia fortemente irregolare ed eterogenea può rendere il complesso molto poco duttile, con incremento dei rischi pur in presenza di una struttura, fino all'abuso e l'autolesionismo in situazioni di *dissesto idrogeologico* (Gisotti 2012).

Nei riguardi delle azioni sismiche *frequenti* (*Magnitudo* < 5,5; $a_g \div 0,1g$) deve prevalere il ruolo delle *rigidezze* K per il mantenimento nello stato limite di *esercizio* sia della struttura che del terreno, similmente allo storico metodo delle tensioni ammissibili.

Con le azioni sismiche *molto frequenti* (*Magnitudo* < 6,5; $a_g \div 0,2g$) deve prevalere il ruolo delle *masse* M in modo da rispettare lo stato limite di *danno* o convenienza economica al consolidamento, mentre per le azioni sismiche *rare* (*Magnitudo* < 7,5; $a_g \div 0,3g$) deve

prevalere il ruolo degli *smorzamenti D* per rispettare lo stato limite *ultimo* o di prevenzione e salvaguardia della vita, secondo la vigente nuova normativa.

Si ricorda che lo spostamento sismico a terra (*ground motion*) è convenzionalmente $10^{\text{Magn}}/10^6$ per cui con una Magnitudo $M = 3$ lo spostamento è 1 mm, fino ai terremoti di El Centro $M = 7,1$ con 21 cm e di Città del Messico $M = 7,9$ con 33 cm che hanno dato origine agli spettri sismici di progetto.

È evidente che con $M > 5$ mantenere lo stato limite di esercizio ed il comportamento lineare delle tensioni ammissibili sia illusorio, per cui vanno usati i moderni criteri di duttilità assegnata in progetto, peraltro ben fattibile soprattutto con il nuovo, come gli otri di evangelica memoria.

Per l'esistente, ovvero per la gran parte del patrimonio immobiliare italiano, è importante valutarne *retrogressivamente la vulnerabilità*, ovvero il livello dello spettro sismico che non rispetta la salvaguardia della vita, confrontandolo con quello proposto dalla normativa.

Si noti l'importanza di esaminare direttamente gli *spettri di spostamento* a terra oltre i noti spettri di accelerazione e quindi delle forze d'inerzia o ancor più incisivamente valutare l'energia impressa dalle azioni sismiche nel tempo (*spettri di potenza*), ciò specie per le murature o le verifiche di opere di sostegno e dei pendii, troppo penalizzati da analisi pseudostatiche incentrate solo sulle accelerazioni massime di norma.

In ogni caso la riduzione dei rischi si basa su validi *particolari costruttivi*, ovvero la capacità dei vincoli di centraggio delle masse partecipate alle oscillazioni, il fissaggio delle masse non portanti, in modo da diffondere le azioni sismiche a tutte le membrature per *deformazioni duttili assegnate di progetto*, tanto da consentire nelle norme *azioni spettrali ridotte* dei fattori di struttura duttili, per data vita utile correlata ai tempi di ritorno dei terremoti di progetto.

Ciò si ottiene soprattutto tramite il contenimento dei gradi libertà con *l'iperstaticità diffusa* e ridondante, lontana dall'isostaticità preludio del crollo per labilità: articolate membrature regolari prevengono i gravi effetti, specie delle repliche sui danni in atto, non basandosi solo sulle rigidezze, resistenze e duttilità ancora non deteriorate delle singole sezioni.

Il complesso struttura-terreno deve inoltre essere dinamicamente il più disarmonico ed asincrono possibile con i massimi spostamenti spettrali, allontanando il periodo proprio da quello dominante di *risonanza* con i sismi, ovvero bisogna fare il contrario degli accordatori degli strumenti musicali o degli elettronici che ricercano la massima amplificazione di antenna per ricevere bene.

Tali considerazioni valgono naturalmente anche per il terreno, evitando anzitutto di armonizzare M, K, D sotto azioni di norma attinte da *spettri di progetto* con variazioni probabilistiche in cui i terreni compaiono solo come modelli sismologici, o meglio peraltro come spettri di *saggio convenzionali*.

È evidente che tutto perde di significato soprattutto se la struttura aggrava i dissesti idrogeologici o addirittura se i dissesti sono in atto ed i terremoti attesi sono di elevata intensità ($a_g \gg g/3$, figura 3).

Più realistica è poi *l'analisi retrogressiva di vulnerabilità* dell'esistente, ovvero di ricerca del livello di saggio convenzionale spettrale massimo che caratterizza le azioni inerziali e soprattutto gli spostamenti di progetto agli stati limite (*drift*) che può sopportare un'opera.

5- La sicurezza

I moderni criteri di sicurezza sono passati dal metodo deterministico di Galilei, per cui la certezza è possibile e la sperimentazione precede la teoria, ai metodi statistici da Gauss a Rayleigh, fino a quelli probabilistici di Popper, per cui la certezza è impossibile e si approssima con il confuzionismo autocorrettivo, in base anche a teorie che precedono il rilevamento dei fatti.

Si evidenzia che, se le azioni sono prevalentemente permanenti, figura 3, ed i materiali sono dimensionati per perdurare in campo elastico nello stato di esercizio statico, lo storico criterio *deterministico* è esauriente e di limpida applicazione.

La *distanza di sicurezza* di 2 o 3 volte dalla rottura consente di coprire il coefficiente di ignoranza delle aleatorietà, come veniva chiamato da Timoshenko o da Danusso e da Cestelli Guidi.

Al crescere dell'aleatorietà delle azioni, specie sismiche, e delle caratteristiche dei materiali, specie geotecniche, si integra il criterio deterministico con quello di norma *semiprobabilistico* analizzando anche gli stati limite di danno ed ultimo verso la rottura.

La prima sicurezza è peraltro dovuta alla *probazione* romana da prova per contenere l'aleatorietà, mentre ha assunto sempre più il significato di probabilità: si può finire di soddisfare protocolli di facciata, specie nel campo dei consolidamenti basati su accertamenti sommari per cui addirittura non s'interviene sulle cause dei dissesti.

Con validi dati di prove e qualità esecutiva, i moderni criteri di sicurezza presentano i contributi incentrati sui *fattori parziali della sicurezza di norma* che penalizzano le resistenze dei materiali e maggiorano le sollecitazioni indotte dalle azioni

Ciò in modo da confrontare i *valori caratteristici delle sollecitazioni e delle resistenze ai vari stati limite*, specie secondo i criteri antisismici delineati nel precedente paragrafo e temperando nel calcolo (*design*) le varianze causate dalle aleatorietà, anziché congelarle forfettariamente in unico fattore di sicurezza deterministico.

I fattori parziali di sicurezza sono tarati su ricerche (*Safety Reliability*) dell'intensità massima attesa di un sisma (onde P, S, R) o dell'altezza d'onda massima o della pressione cinetica massima del vento o di dati idrologici valutati probabilisticamente in base a distribuzioni estremali dei dati, tipo quelli di Rayleigh (Cambridge 1885).

Si correla inoltre la vita utile dell'opera con i tempi di ritorno dell'evento massimo tipo Borgman (ASCE 1983), specie per *programmare la manutenzione*, con *costi* da sommare a quelli iniziali dei lavori, in modo da contenere i costi, dei danni, assicurativi e di dismissione.

Ricerca peraltro probabilisticamente la certezza del 100%, pur per la giusta salvaguardia di ogni vita umana, fa cadere le scelte progettuali nell'illusione di escludere il caso estremo, come accade basandosi sul solo modello rigido della Statica, scivolando sul piano inclinato speculativo dei costi esorbitanti o quantomeno non sostenibili da tutti committenti.

Ciò deve essere ben temperato dai Magistrati nel porre i quesiti sia agli Scienziati sia ancor più agli Ingegneri od ai Medici, che invece possono solo affidarsi al *follow up* davanti agli eventi molto opinabili.

Si tratta di temperare le imperfezioni della realtà con un sano equilibrio fra il verificazionismo galileiano della *certezza ammissibile* ed il confuzionismo popperiano dell'*errore accettabile*, con le giuste scelte del progettista responsabile, proteso verso la ricerca del vero.

Il passaggio dalle norme prescrittive a quelle attuali *prestazionali* è dettagliatissimo per i vari tipi di strutture, mentre diventa pieno dei limiti "monodisciplinari" appena si passa agli interventi sulle grandi aree, specie in dissesto idrogeologico; urge in Italia una diversa gestione per il rispetto del Paesaggio (MONTI A.L. , VILLA P. 2012) e lo sviluppo del Turismo.

6 - Le Tecnologie

La scelta di strutture in muratura privilegia le masse M e le rigidità K, mentre le strutture in legno lamellare e in acciaio privilegiano le rigidità K e gli smorzamenti D: la predetta armonizzazione M, K, D devono cercare di non fare strutture né megalitiche né aerei.

Si cerca pertanto di coprire iperstaticamente tutti gli stati limite dall'esercizio alla rottura evitando ibridismi di tecnologie specie nei consolidamenti e favorendo al massimo la regolarità ed omogeneità globale struttura-terreno.

Si evidenzia l'importanza in zona sismica dell'impiego del cemento armato in fondazione, mentre l'uso dei pilastri, chiusi da tamponature non vincolate, specie per edifici di pochi piani od in cantieri carenti, presenta vulnerabilità soprattutto da espulsione delle tamponature, eliminabili con la muratura armata.

Si realizza prima la muratura e poi si getta il c.a., specie nelle angolate o negli ammorzamenti e negli imbotti, come fatto nella ricostruzione del campanile di San Marco a Venezia (Danusso 1912).

In ogni caso i *particolari costruttivi* dei vincoli devono essere tali da offrire la massima *dissipazione plastica ciclica* in modo da avere preziosi presidi antisismici.

Nel cemento armato tale aspetto è generalmente poco duttile di solito in prossimità dei nodi travi-pilastri fessurati alternativamente a flessione e soprattutto a taglio ciclico per effetto dell'alternarsi direzionale delle bielle tese e compresse equivalenti ad un traliccio: incrementi delle armature longitudinali, anziché delle staffe, rende il c.a. meno duttile e più vulnerabile.

In tale ottica l'uso dei pali e micropali, anche inclinati, in zona sismica, impediscono la duttilità sensibile in quanto rischiano di essere tranciati dagli spostamenti decimetrici dei terremoti forti: è come se una nave durante una tempesta gettasse le ancore.

È invece opportuno ricorrere a fondazioni in c.a. galleggianti compensate, opportunamente incassate nel terreno secondo i criteri navali, come testimoniato dall'Empirical Hotel di Wright che ha resistito al violento terremoto ($M = 8,3$) di Tokio del 1923.

Si noti la bassa plasticità dei pali fino all'instabilità per degrado ciclico e viceversa l'alta plasticità per attrito del terreno pianeggiante, con recupero della stabilità tramite i valori di attrito residuo anche dopo sensibili spostamenti.

Gravi sprechi comportano le puntellature sistematiche massicce ed invasive delle strade dopo un sisma, senza intervenire con consolidamenti poco costosi sugli edifici meno danneggiati, tipo integrazioni murarie e degli imbotti, capochiavi diffusi e placcaggi leggeri autoportanti, che consentono la rapida rimessa in esercizio degli edifici specialmente per riattivare il lavoro.

Sono poi da sconsigliare, oltre ai cordoli in c.a. nelle murature, i consolidamenti tramite intonaci armati con reti elettrosaldate, soprattutto se solo localizzati rendendo eterogenee le rigidità o inefficaci in quanto non cuciti trasversalmente; è da preferire la *demolizione e la sicura nuova costruzione*.

I consolidamenti dei pilastri in c.a. con fibre al carbonio, senza demolire le tamponature ed intervenire sui nodi, sono altrettanto sconsigliabili; del resto i costi dei risarcimenti dei danni con tali sistemi spostano la soglia di convenienza che definisce la stessa analisi di stato limite di danno.

L'uso poi di iniezioni è utile per risarcire lesioni strutturali, ma può essere addirittura dannoso se pompato nel terreno, specie in modo localizzato, provocando rotture (*claquage*) o risvegliando la consolidazione con ulteriori cedimenti differenziali; anche il valido uso delle iniezioni per sodalizzare i micropali all'elevazione è inficiato dalle predette considerazioni sismiche, per cui è attendibile solo in campo statico.

L'uso del jetgrouting o di vari tipi di bonifiche per rendere il sottosuolo più omogeneo possibile e non passibile di liquefazione (vibrocompattazione) è valido, consentendo spesso l'uso di fondazioni superficiali.

Le fondazioni galleggianti vanno preferite all'uso degli isolatori sismici, sconsigliabili per edifici di pochi piani soprattutto se da consolidare: le ineludibili rotazioni di rollio o beccheggio ed imbardata dell'intero piano di fondazione penalizzano i vantaggi degli

isolatori di pura traslazione molto costosi; inoltre bisogna aggiungere i vincoli ausiliari per l'esercizio contro il vento di norma.

7- Conclusioni

L'armonizzazione di tutti i ben noti contributi della Geologia, Ingegneria Civile ed Architettura, rispettandone i limiti, senza ricominciare con "circolari e competenze" sui criteri dopo ogni evento disastroso, consente di attenuare fortemente i rischi e gli sprechi da emergenze, attuando realisticamente la programmazione decennale della prevenzione ed il rispetto dell'Ambiente.

Rispettare ad esempio solo il "protocollo" dei criteri di sicurezza semiprobabilistici di norma, specie usando i programmi di calcolo più complessi, senza rispettare la Geometria delle masse specie geologiche o dei vincoli efficaci diffusi, significa non accorgersi dei rischi che si corrono.

Analogamente sperimentazione preventiva equilibrata, fino al metodo osservazionale in vera grandezza, scelte tecnologiche durature e qualità dei cantieri, come sopra delineato, sono evidenti contributi preventivi all'attenuazione dei rischi.

In ogni caso fondamentale è anzitutto l'ascolto reciproco e la trasparenza di tutti i protagonisti, favorendo una *diversa crescita* e non la decrescita, in modo da salvaguardare non solo l'Ambiente, ma contemporaneamente anche l'Uomo e il suo lavoro, da riconvertire anzitutto proprio nel campo dell'ecologia.

Bibliografia interdisciplinare recente

MONTI A. L., VILLA P. (2012) "ARCHITETTURA DEL PAESAGGIO IN ITALIA", FIRENZE, pp. 378, ed attività AIAPP.

GISOTTI G. (2012) "IL DISSESTO IDROGEOLOGICO. PREVISIONE, PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEI RISCHI", FLACCOVIO, PALERMO, pp. 640 ed attività SIGEA.

VENTURA P.(2011) "FONDAZIONI", HOEPLI, MILANO, pp. 1450 ed attività STES.