

CICLO DI INCONTRI  
SULLA SICUREZZA SISMICA E RIQUALIFICA ENERGETICA DEGLI  
EDIFICI ESISTENTI E NUOVI EDIFICI NZEB

2° APPUNTAMENTO

IL FINANZIAMENTO DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA  
E SISMICA DEGLI EDIFICI PRIVATI.

**LA MAPPA PER IL MIGLIOR UTILIZZO DEGLI INCENTIVI**

Lunedì 13 marzo 2017 – ore 14.15 c/o l'auditorium della Cittadella dell'Edilizia  
(Via Banchina dell'Azoto, 15 – Marghera-Venezia)

---

## La fase conoscitiva degli edifici, strumento essenziale per una corretta diagnosi di vulnerabilità sismica



ing. Roberto Scotta

e.mail: [roberto.scotta@unipd.it](mailto:roberto.scotta@unipd.it)

Università di Padova

Dipart. Ingegneria Civile Edile e Ambientale

# LE FASI DEGLI INTERVENTI SISMICI SU EDIFICI ESISTENTI

- La diagnosi**
- a) progettazione delle indagini conoscitive
  - b) svolgimento ed interpretazione delle indagini
  - c) la verifica sismica -> *indici di sicurezza sismici*
- La prognosi**
- e) indicazioni preliminari per gli interventi
  - f) progetto di miglioramento/adeguamento sismico
- La cura**
- g) esecuzione degli interventi

## LA FASE CONOSCITIVA E' FONDAMENTALE!

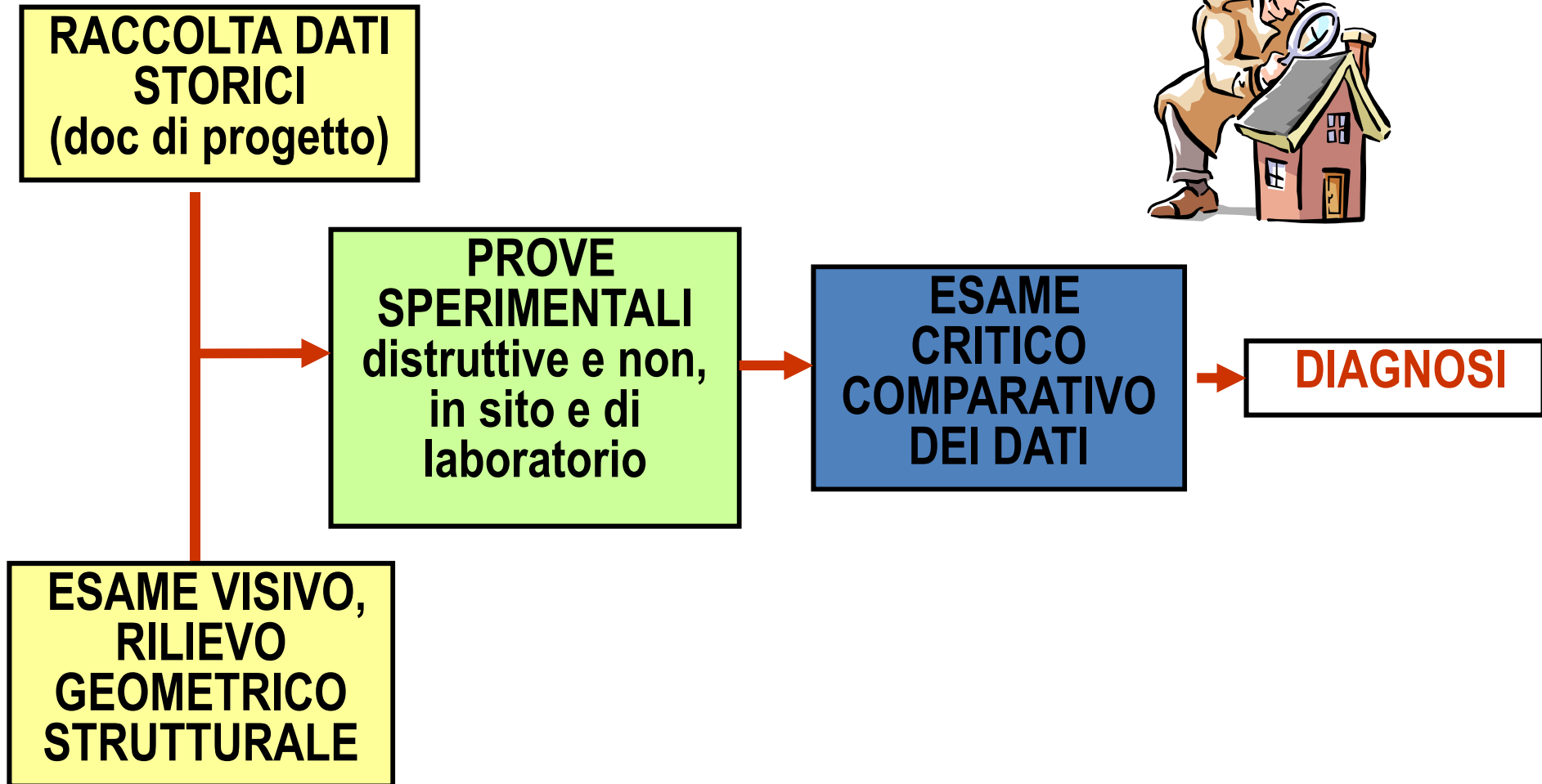
- La diagnosi**
- a) progettazione delle indagini conoscitive
  - b) svolgimento ed interpretazione delle indagini
  - c) la verifica sismica -> *indici di sicurezza sismici*

Nella maggior parte dei casi si assiste ad una trascuratezza nella fase di indagine. Viene data poca importanza alla conoscenza preliminare dell'edificio e **si tende a risparmiare sui costi di indagine.**

Ma ciò comporta:

- **Erronee valutazioni di sicurezza sismica**
- **Eccesso** (o peggio, difetto) **di prudenza** nella progettazione
- In ogni caso **aumento dei costi di esecuzione** (o perché si eccede in prudenza, o per imprevisti prevedibili che emergono in corso d'opera)

## Schematizzazione del processo diagnostico



# Fasi del processo diagnostico

## 8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato.

### C8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

Generalmente, quando si trattano costruzioni esistenti, può essere difficile disporre dei **disegni originali di progetto** necessari a ricostruirne la storia progettuale e costruttiva. Per le costruzioni, e in particolare per gli edifici a valenza culturale, storico-architettonica, è talvolta possibile, attraverso una ricerca archivistica, raccogliere una **documentazione sufficientemente completa sulla loro storia edificatoria** per ricostruire ed interpretare le diverse fasi edilizie.

In ogni caso, soprattutto nel caso di edifici in muratura, sia in assenza sia in presenza di documentazione parziale, prima di procedere alle indispensabili operazioni di rilievo geometrico, è opportuno **svolgere delle considerazioni sullo sviluppo storico** del quartiere in cui l'edificio è situato (a meno che si tratti di edifici isolati), basandosi su testi specialistici, cercando di acquisire informazioni sugli aspetti urbanistici e storici che ne hanno condizionato e guidato lo sviluppo, con particolare riferimento agli aspetti di interesse per l'edificio in esame.

La ricostruzione della storia edificatoria dell'edificio, o della costruzione più in generale, consentirà anche di **verificare quanti e quali terremoti esso abbia subito in** passato. Questo sorta di valutazione sperimentale della vulnerabilità sismica dell'edificio rispetto ai terremoti passati è di notevole utilità, perché consente di valutarne il funzionamento, a patto che la sua configurazione strutturale e le caratteristiche dei materiali costruttivi non siano stati, nel frattempo, modificati in maniera

# Fasi del processo diagnostico

## 8.5.2 RILIEVO

Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica.

Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

### C8.5.2 RILIEVO

Un passo fondamentale nell'acquisizione dei dati necessari a mettere a punto un modello di calcolo accurato di un edificio esistente è costituito dalle operazioni di rilievo della geometria strutturale. Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna delle strutture e dei dettagli costruttivi. Questi ultimi possono essere occultati alla vista (ad esempio disposizione delle armature nelle strutture in c.a.) e possono richiedere rilievi a campione e valutazioni estensive per analogia. Si noti che, mentre per gli altri due aspetti che determinano il livello di conoscenza (dettagli costruttivi e proprietà dei materiali) si accettano crescenti livelli di approfondimento dell'indagine, per la geometria esterna, si richiede che il rilievo sia compiuto in maniera quanto più completa e dettagliata possibile, ai fini della definizione del modello strutturale necessario alla valutazione della sicurezza per le azioni prese in esame.

La rappresentazione dei risultati del rilievo dovrà essere effettuata attraverso piante, prospetti e sezioni, oltre che con particolari costruttivi di dettaglio.

# Fasi del processo diagnostico

## 8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà su documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche; nel caso di beni culturali e nel recupero di centri storici, dovrà esserne considerato l'impatto in termini di conservazione del bene. I valori delle resistenze meccaniche dei materiali vengono valutati sulla base delle prove effettuate sulla struttura e prescindono dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni.

### C8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI


Il piano delle indagini fa comunque parte sia della fase diagnostica che del progetto vero e proprio, e dovrà essere predisposto nell'ambito di un quadro generale volto a mostrare le motivazioni e gli obiettivi delle indagini stesse.

Nel caso in cui vengano effettuate prove sulla struttura, attendibili ed in numero statisticamente significativo, i valori delle resistenze meccaniche dei materiali vengono desunti da queste e prescindono dalle classi discretizzate previste nelle NTC (come ad esempio quelle del calcestruzzo di cui al § 4.1 delle NTC).

Per quanto riguarda le costruzioni in muratura, le Regioni possono definire, ad integrazione della Tabella C8B.1 in Appendice C8B, tabelle specifiche per le tipologie murarie ricorrenti sul territorio regionale.

Un aiuto, non esaustivo, ai fini della definizione delle resistenze dei materiali può ricavarsi dalle norme dell'epoca della costruzione.

## Un esempio di «progetto delle indagini»

LEGENDA		
	Prova:	Operazioni preliminari dell'Impresa:
 C01	Prelievo di carota di cls mediante carotatrice ad acqua. Diametro carota 100 mm o 80 mm a seconda dell'interfero in modo da non tagliare ferri. Altezza carota 150 mm.	Rimozione dell'intonaco su un'area di circa 30x30 cm. Infine ripristino
 f01	Prelievo di spezzone di ferro di lunghezza minima 50 cm	Rimozione dell'intonaco e del copriferro in modo da isolare la barra per una lunghezza di almeno 70 cm, saldatura di una barra di diametro superiore alle due estremità per almeno 10cm, lasciando fra le saldature una distanza netta di 50 cm. Prelievo dello spezzone di barra lungo 50 cm e ripristino
 Vu01	Prova ultrasonica per la misura della velocità di propagazione di onde ultrasoniche	Rimozione dell'intonaco su un'area di circa 30x30 cm
 Ir01	Prova sclerometrica per la misura dell'indice di rimbalzo Ir	Rimozione dell'intonaco su un'area di circa 30x30 cm
 Pac01	Rilievo pacometrico	Nessuna preparazione
 Rø01	Rilievo visivo delle armature	Rimozione dell'intonaco e del copriferro su due strisce di larghezza circa 10 cm e lunghezza pari a 2 lati del pilastro. Infine ripristino
 S01	Rilievo dei travetti del solaio a soffitto e delle armature interne	Rimozione dell'intonaco su una striscia di larghezza circa 10 cm per individuare la larghezza ed interasse dei travetti, rimozione del fondello e del copriferro fino ad individuare l'armatura presente. Infine ripristino del copriferro.
 M01	Rilievo della tipologia e tessitura della muratura	Rimozione dell'intonaco su una striscia di larghezza circa 10 cm per individuare la larghezza e la tessitura della muratura. Infine ripristino dell'intonaco.





# LIVELLI DI CONOSCENZA DEGLI EDIFICI

## LIVELLI DI CONOSCENZA

- LC1: “conoscenza limitata”
- LC2: “conoscenza adeguata”
- LC3: “conoscenza accurata”

## FATTORI DI CONFIDENZA:

Sono dei coefficienti di sicurezza che si applicano alle proprietà dei materiali, riducendole.

Minore è il livello di conoscenza e più penalizzate (e ridotte attraverso i fattori di confidenza) sono le resistenze dei materiali utilizzabili nella verifica sismica.

**tabelle diverse per edifici in c.a., acciaio o muratura**

## Livelli conoscenza edifici in c.a.

Livello di conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali + rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <b>limitate verifiche in-situ</b>	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <b>limitate prove in-situ</b>	<b>Analisi lineare</b> statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti + <b>limitate verifiche in sito</b> oppure <b>estese verifiche in-situ</b>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <b>limitate verifiche in sito</b> oppure <b>estese verifiche in-situ</b>	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi + <b>limitate verifiche in sito</b> oppure <b>esaustive verifiche in-situ</b>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <b>estese verifiche in sito</b> oppure <b>esaustive verifiche in-situ</b>	Tutti	1.00

## Livelli conoscenza edifici in c.a.

Tabella C8A.1.3a – Definizione **orientativa** dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo dei dettagli costruttivi	Prove sui materiali
Verifiche limitate <b>LC1</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>15%</b> degli elementi	<b>1</b> provino di calcestruzzo per 300 mq di piano dell'edificio, <b>1</b> campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese <b>LC2</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>35%</b> degli elementi	<b>2</b> provino di calcestruzzo per 300 mq di piano dell'edificio, <b>2</b> campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive <b>LC3</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>50%</b> degli elementi	<b>3</b> provino di calcestruzzo per 300 mq di piano dell'edificio, <b>3</b> campione di armatura per piano dell'edificio

**50% delle prove distruttive può essere sostituito con il triplo di prove non distruttive opportunamente tarate**

## Livelli conoscenza edifici in c.a.

Tabella C8A.1.3a – Definizione **orientativa** dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	<b>Rilievo dei dettagli costruttivi</b>	<b>Prove sui materiali</b>
<b>lin</b>	NOTE ESPLICATIVE ALLA TABELLA C8A.1.3 (a, b) Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nella Tabella C8A.1.3 hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:	
<b>es</b>	(a) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.	
<b>e</b>	(b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe.	
	(c) Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.	
	(d) Il numero di provini riportato nelle tabelle 8A.3a e 8A.3b può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.	

## **IL COSTO DELLA FASE CONOSCITIVA E' IRRISORIO RISPETTO AI COSTI DI ESECUZIONE!!!**

I costi della verifica sismica si compongono di:

- **costi per le indagini conoscitive** (rilievi geometrici, demolizioni localizzate per indagini e successivi ripristini, prelievi e prove su materiali, ecc.): sono eseguiti da ditte specializzate supportate da una impresa edile generica, su indicazione e coordinamento del tecnico incaricato. I costi di indagine dipendono fortemente dalla tipologia strutturale e dalla presenza o meno di documenti di progetto e collaudo dell'edificio;
- **parcella professionale di verifica sismica**, a compenso del calcolo strutturale che si deve effettuare e dell'assunzione di responsabilità in capo al tecnico incaricato.

**I costi parametrici di verifica sismica erano già indicati nell'OPCM  
3362/2004.**

**Il regolamento D.M. 17/06/2016 per il calcolo parcella professionale  
Ingegneri e Architetti prevede i compensi per la verifica sismica.**

# IL COSTO DELLA FASE CONOSCITIVA E' IRRISORIO RISPETTO AI COSTI DI ESECUZIONE!!!

O.P.C.M. 8 luglio 2004, n. 3362 <sup>ω</sup>.

Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'[art. 32-bis del D.L. 30 settembre 2003, n. 269](#), convertito, con modificazioni, dalla [L. 24 novembre 2003, n. 326](#). (Ordinanza n. 3362) <sup>ω</sup>.

*a1) Costo convenzionale di verifica per edifici.*

Per gli edifici il costo convenzionale di verifica, comprensivo delle indagini necessarie, è definito in funzione del volume totale dell'edificio, espresso in metri cubi e valutato dallo spiccato delle fondazioni, ed è pari:

per edifici con volume fino a 10.000 m<sup>3</sup> al prodotto del volume dell'edificio per un costo unitario di 2,50 €/m<sup>3</sup>, con un minimo di 3.000 €/edificio;

per edifici con volume superiore a 10.000 m<sup>3</sup> e fino a 30.000 m<sup>3</sup> alla somma del costo previsto per un edificio di 10.000 m<sup>3</sup> e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 10.000 m<sup>3</sup> ed un costo unitario di 1,80 €/m<sup>3</sup>;

per edifici con volume superiore a 30.000 m<sup>3</sup> e fino a 60.000 m<sup>3</sup> alla somma del costo previsto per un edificio di 30.000 m<sup>3</sup> e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 30.000 m<sup>3</sup> ed un costo unitario di 1,20 €/m<sup>3</sup>;

per edifici con volume superiore a 60.000 m<sup>3</sup> e fino a 100.000 m<sup>3</sup> alla somma del costo previsto per un edificio di 60.000 m<sup>3</sup> e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 60.000 m<sup>3</sup> ed un costo unitario di 0,60 €/m<sup>3</sup>;

per edifici con volume superiore a 100.000 m<sup>3</sup> alla somma del costo previsto per un edificio di 100.000 m<sup>3</sup> e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 100.000 m<sup>3</sup> ed un costo unitario di 0,30 €/m<sup>3</sup>.

## **I costi di indagine non possono essere posti a carico dei Professionisti!!!**

**Capita spesso che le Stazioni Appaltanti pongono i costi delle verifiche sismiche a carico dei Professionisti incaricati, in gare di affidamento in cui la percentuale di ribasso sulla parcella offerta è un fattore determinante – quando non l'unico – per l'affidamento dell'incarico:**

- **Impostazione contraria al buon senso e a qualsiasi logica;**
- **Che pone i Professionisti in condizione di conflitto di interesse;**
- **Con risultati contrari all'interesse della Stazione Appaltante.**

**Se il problema per la stazione appaltante è la certezza del costo ...  
-> si pone un limite massimo ragionevole al budget disponibile per  
l'esecuzione delle indagini.**

**Da una lettera inviata da un stimato collega al Direttore di una ASL da cui era stato invitato a partecipare ad una gara per l'affidamento di un incarico professionale di verifica sismica.**

Gentile Direttore,

nel ringraziarLa per l'invito a partecipare alla gara in oggetto sono con la presente a manifestare, ahimè con sommo dispiacere, la mia indisponibilità a inviare offerta in tal senso.

L'indisponibilità deriva dalla mia personale convinzione, come professionista ma soprattutto come cittadino italiano, che la gara come da Voi formulata sia lesiva dei Vs. interessi e, indirettamente, di quelli dell'intera Comunità.

Non è infatti né sensato, né lontanamente conveniente, assegnare l'incarico di verifica statica e sismica di un così importanti edificio mediante *il criterio del massimo ribasso economico*, per di più ponendo a carico del professionista l'onere delle indagini conoscitive dei fabbricati.

La verifica sismica di edifici esistenti è attività molto complessa, ben di più della progettazione di nuovi edifici, per la quale è necessaria una preparazione tecnica e scientifica e una specifica competenza che deve dovrebbe essere adeguatamente valutata in termini di formazione scolastica e scientifica e curricula dei candidati. *Nessuna richiesta di curricula è riportata nel bando.*

**Pag. 1/4**



**Da una lettera inviata da un stimato collega al Direttore di una ASL da cui era stato invitato a partecipare ad una gara per l'affidamento di un incarico professionale di verifica sismica.**

La corretta valutazione della capacità statica e sismica di un edificio esistente richiede il raggiungimento di un adeguato livello di conoscenza dei fabbricati, che si raggiunge mediante lo studio storico e critico degli stessi, dei loro progetti ove disponibili, l'effettuazione del maggior numero di sondaggi e prove sui materiali. Per tutto questo serve impiego notevole di tempo e di denaro. **Ed è evidente che ponendo tali prove a carico del professionista lo si pone automaticamente in conflitto di interessi:** lo si induce a spendere il minimo livello di risorse per tale attività a discapito della veridicità dei risultati. Il ridotto numero di prove comporta l'aumento del "fattore di confidenza", coefficiente di sicurezza da adottarsi nella valutazione di sicurezza sismica dell'edificio, con conseguenti effetti negativi sulla valutazione della sua capacità sismica.

Nel bando si pone un limite temporale di 70 giorni per lo svolgimento dell'incarico, ivi comprendendo i tempi di ispezione sugli edifici e prove sui materiali (da eseguirsi rispettando l'operatività degli edifici). Tali tempi sono del tutto incompatibili con quelli richiesti per una corretta ed approfondita valutazione dello stato degli edifici. *E di più si pone a carico del professionista una pesante penale di € 100 per ogni giorno di ritardo.*

**Pag. 2/4**

## **Da una lettera inviata da un stimato collega al Direttore di una ASL da cui era stato invitato a partecipare ad una gara per l'affidamento di un incarico professionale di verifica sismica.**

Una adeguata valutazione di sicurezza sismica di un edificio richiede molto spesso l'effettuazione di analisi non lineari, che non sono di uso comune nella pratica professionale. Il pre-requisito a tali analisi è una approfondita conoscenza dell'edificio e dei suoi materiali, conoscenze teoriche e pratiche sulle analisi numeriche non comuni a tutti i professionisti, uso e conoscenza di software complessi, validati e costosi non in possesso di tutti i professionisti, necessità di analisi incrociate e di sensibilità dei risultati venendo a mancare in campo non lineare dell'univocità dei risultati.

Valutazioni basate su pochi dati, su analisi di tipo semplificato effettuate da persone non specializzate con inadeguata esperienza e formazione sui software utilizzati portano inevitabilmente a valutazioni non credibili e tendenzialmente eccessivamente a favore della sicurezza. Ovvero portano all'inevitabile risultato di decretare spesso erroneamente una grave insufficienza statica e sismica delle strutture esistenti, facendo presagire costosissimi e spesso irrealizzabili interventi di miglioramento/sismico.

**Pag. 3/4**

**Da una lettera inviata da un stimato collega al Direttore di una ASL da cui era stato invitato a partecipare ad una gara per l'affidamento di un incarico professionale di verifica sismica.**

Utilizzando una metafora a Voi sicuramente più immediata, ***è come si si stesse affidando l'incarico di salvaguardare la salute e prolungare l'esistenza di un paziente anziano e malato, al medico più economico disponibile sul mercato, senza accertarsi della sua specializzazione (magari è un pediatra?!), ponendo a suo carico il costo di tutti gli esami clinici e accertamenti necessari, intimandogli di esprimere la sua diagnosi in tempi brevissimi.***

In conclusione ribadisco che le modalità scelte per l'affidamento dell'incarico in oggetto, pur se rientranti nelle fattispecie di legge, siano contrarie degli interessi dell'Azienda Sanitaria e dell'interesse pubblico in genere.

Per quanto sopra, in scienza e coscienza, ritengo doverosamente di non presentare alcuna offerta economica, soprattutto perchè l'invito mi è rivolto da una Azienda verso la quale nutro particolare affetto e ricordi. Spero che la presente possa costituire uno spunto di riflessione in vista di eventuali analoghi futuri affidamenti.

Con la massima stima e la più viva cordialità.

**Pag. 4/4**

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

**Per contatti ed chiarimenti:**

**Ing. ROBERTO SCOTTA**

**Dipartimento ICEA – Università di Padova**

**[roberto.scotta@unipd.it](mailto:roberto.scotta@unipd.it)**