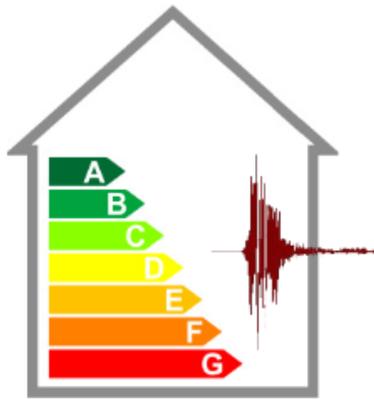


Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Interventi:

Ing. Marco Bartoloni - Coordinatore Commissione Strutture Federazione Ordini degli Ingegneri della Toscana: *“Introduzione alla Certificazione sismica”*

Prof. Ing. Maria Luisa Beconcini - Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale Università degli Studi di Pisa: *“La Classificazione sismica degli edifici nell’ottica della prevenzione”*

Ing. Andrea Melani - Commissione Strutture Federazione Ordini degli Ingegneri della Toscana: *“Certificazione sismica degli edifici: La proposta della Federazione Ingegneri della Toscana”*

Prof. Ing. Maria Luisa Beconcini - Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale Università degli Studi di Pisa: *“Metodologie di Classificazione”*



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Interventi:

Prof. Ing. Maria Luisa Beconcini - Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale
Università degli Studi di Pisa: *“Metodologie di Classificazione”*

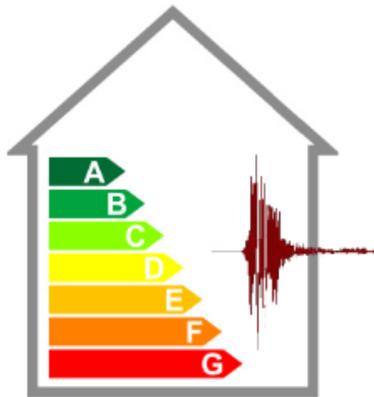
Ing. Lorenzo Lupi - Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale – Università degli Studi
di Pisa: *“Certificazione sismica: Applicazioni a casi concreti”*

Prof. Ing. Antonio Borri – Dipartimento di Ingegneria – Università degli Studi di
Perugia: *“Un protocollo metodologico per la certificazione sismica degli edifici:
l’esempio della Regione Umbria”*

Ing. Corrado Giommi - Federazione Ordini degli Ingegneri delle Marche:
*“Certificazione sismica degli edifici: la proposta della Federazione Ingegneri
della Marche”*



Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Introduzione alla Certificazione sismica degli edifici

Ing. Marco Bartoloni

Federazione Ordini degli Ingegneri della Toscana



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti

CONSIDERATA la rilevanza del tema del progressivo adeguamento degli edifici, pubblici e privati alla nuova normativa antisismica emanata nel 2008 e alla nuova zonizzazione sismica del territorio italiano, prodotta nel 2003;

RITENUTA l'urgenza di dotare l'Amministrazione centrale e le Amministrazioni locali di dati conoscitivi capillari, tali da consentire una effettiva gerarchizzazione e prioritizzazione degli interventi di adeguamento antisismico degli edifici pubblici,

RITENUTA l'urgenza di predisporre strumenti normativi e fiscali idonei ad incentivare l'iniziativa dei privati nella realizzazione di interventi di riduzione del rischio sismico, graduando gli stessi in base alla efficacia, e quindi all'incremento oggettivo del livello di sicurezza degli edifici;

RITENUTA l'opportunità – più volte segnalata, in sede politica e parlamentare - di dotare il Paese di strumenti conoscitivi adeguati ai fini della formazione, anche in Italia, di un mercato assicurativo nel predetto settore;

DECRETA

Articolo 1

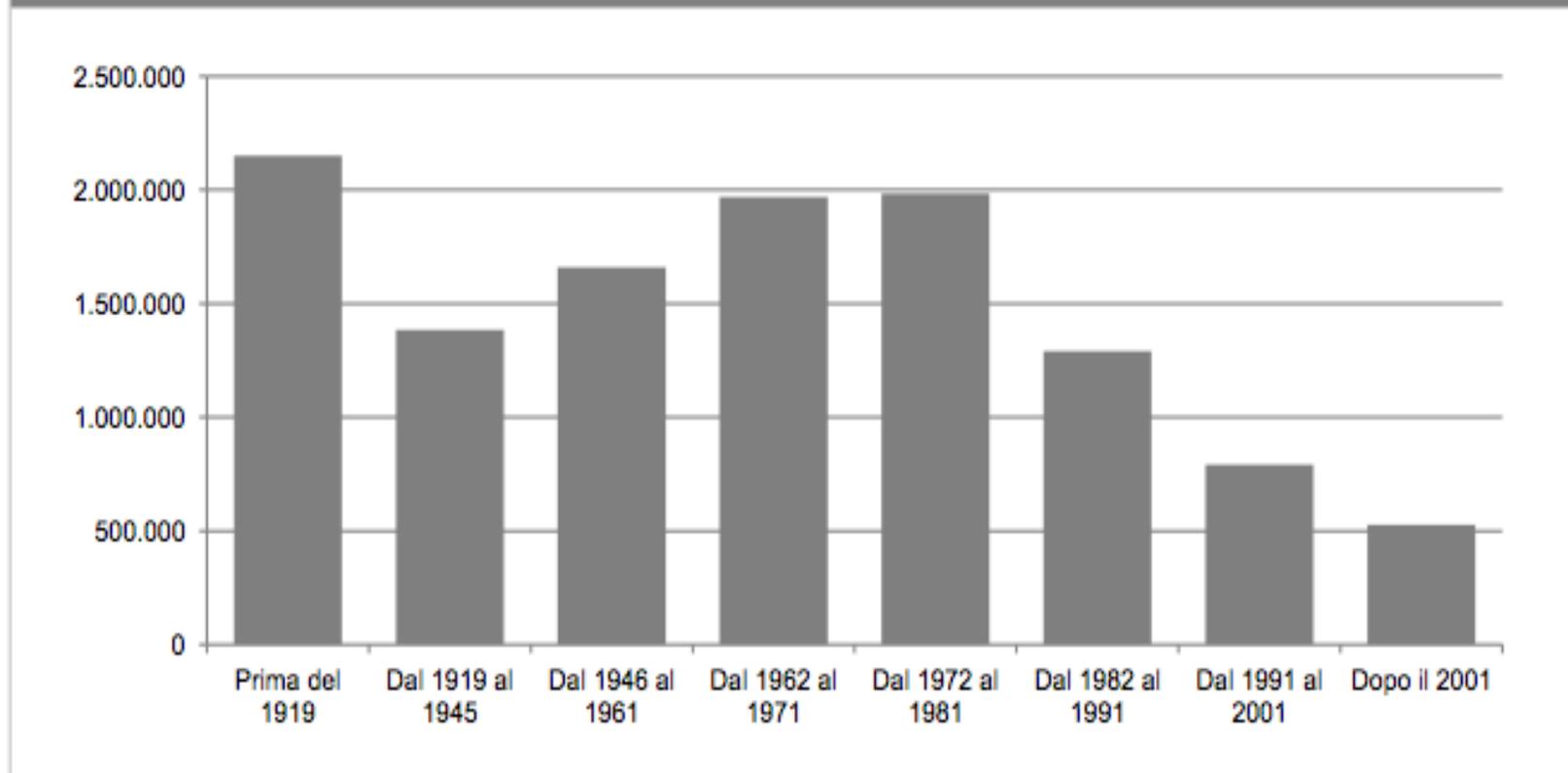
1. E' istituito un Gruppo di Studio per la proposizione di una o più ipotesi normative per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni, finalizzata all'incentivazione fiscale di interventi per la riduzione dello stesso rischio, anche individuando le modalità di applicazione di incentivi fiscali per interventi di riduzione del rischio sismico del patrimonio esistente, graduati sulla base della tipologia di interventi, della valutazione quantitativa del rischio effettivo e della riduzione di rischio ottenuta con l'intervento, valutate anche mediante l'adozione di una idonea metodologia di classificazione. Al riguardo, si potrà anche tenere conto di un opportuno meccanismo di valorizzazione dell'accoppiamento di tali interventi con quelli finalizzati alla qualificazione energetica degli edifici.



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

GRAFICO 4.2. – L'EPOCA DI COSTRUZIONE DEGLI EDIFICI AD USO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE IN ITALIA



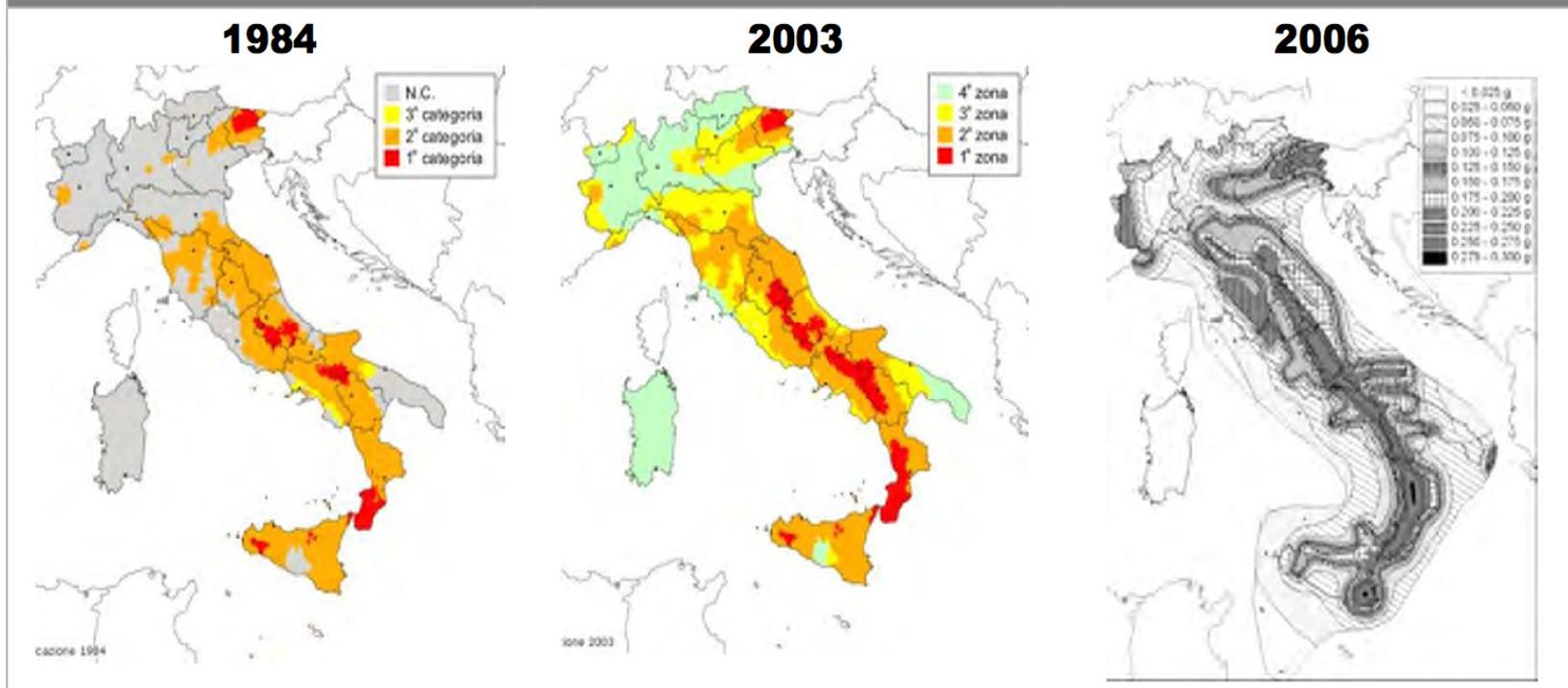
Fonte: elaborazione e stima CRESME su dati ISTAT



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

GRAFICO 3.3. - LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO ITALIANO 2012



Fonte: Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

- E' fatto obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, ai sensi delle norme di cui ai suddetti allegati, sia gli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità della protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Le verifiche di cui al presente comma dovranno essere effettuate entro cinque anni dalla data della presente ordinanza e riguardare in via prioritaria edifici ed opere ubicate nelle zone sismiche 1 e 2, secondo quanto definito nell'allegato 1.



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Principali tematiche in fase di discussione:

- la coerenza del documento
- le modalità di calcolo
- i livelli di conoscenza
- l'aspetto mediatico
- competenza professionale
- l'aspetto economico



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



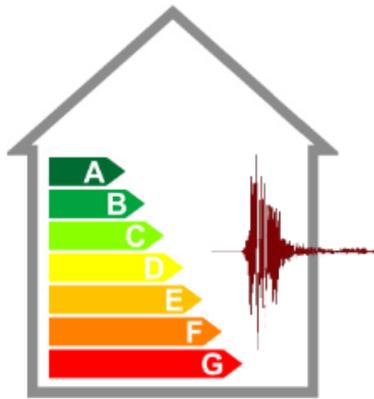
Grazie per
l'attenzione



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia



Ordine
degli Ingegneri
Provincia di Pistoia



Federazione Regionale
Ordini degli Ingegneri
della Toscana

Certificazione sismica degli edifici: la proposta della Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana

La Classificazione sismica degli edifici nell'ottica della prevenzione

Prof. Ing. Maria Luisa Beconcini

*Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale
Università degli Studi di Pisa*



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Terremoto del Nepal – 25 aprile 2015

Magnitudo 7,8

Mercalli IX-X: distruttiva-completamente distruttiva

vittime circa 10.000



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Terremoto dell'Aquila – 6 aprile 2009

Magnitudo 5,9

Mercalli IX-X: distruttiva-completamente distruttiva

vittime circa 300

sfollati 80.000



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Terremoto dell'Emilia Romagna – maggio 2012

Magnitudo 5,9

Mercalli VII-VIII: molto forte-rovinosa

vittime 30

molti edifici distrutti



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Terremoto del Cile – settembre 2015

Magnitudo 8,2
vittime 10

1 milione di evacuati
in poche ore per rischio
tsunami



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

In Abruzzo: M 5,9

300 vittime ma soprattutto danni incalcolabili

In Cile: M 8,2 = energia 3000 volte superiore

pochi danni pochissime vittime



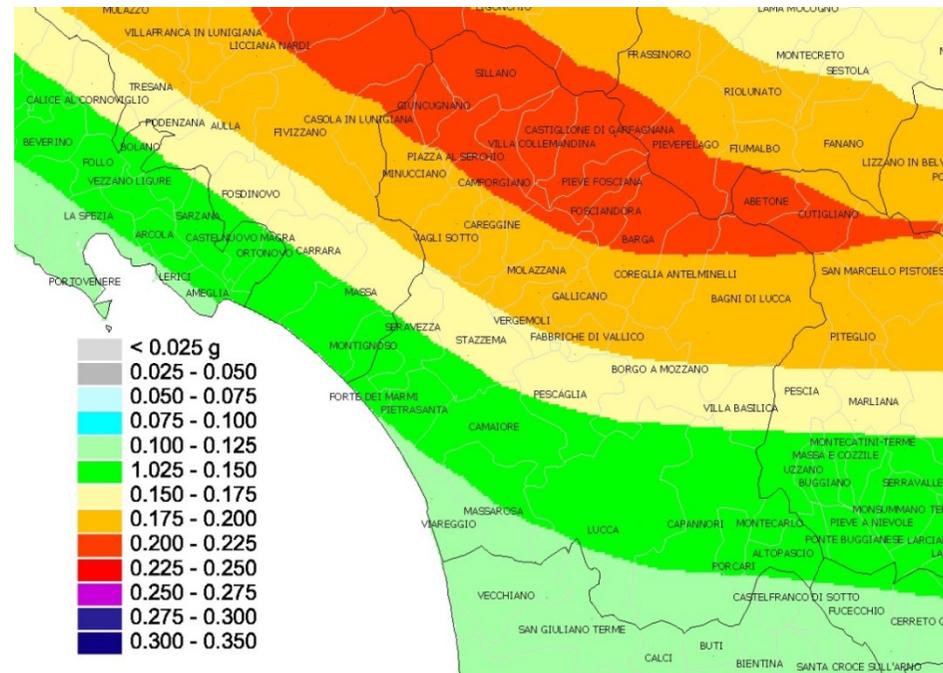
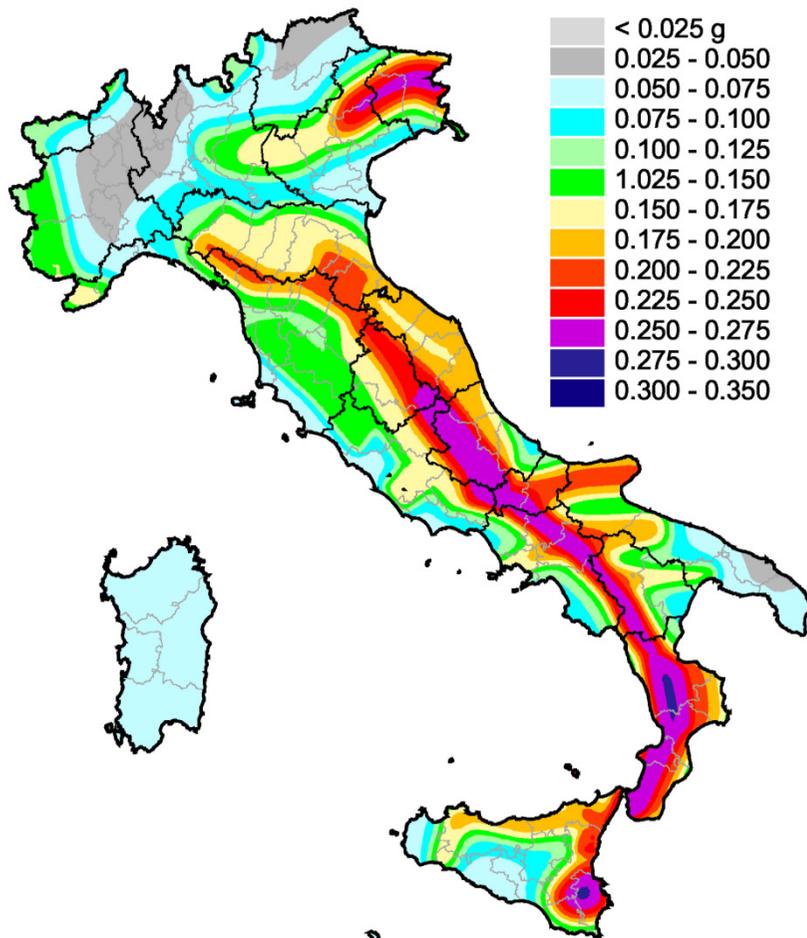
Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

I danni causati dal terremoto dipendono sì dall'intensità delle scosse ma dipendono anche dalla **vulnerabilità** del patrimonio edilizio e dalla **educazione** della popolazione ad affrontare il fenomeno



Pericolosità sismica



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Terremoto del Cile – settembre 2015

Il terremoto di oggi conferma ancora una volta come solo una seria prevenzione ci può difendere dai danni dei terremoti. **Il Cile**, dopo il disastroso terremoto del 1960 di magnitudo 9.5, **ha adottato norme per le costruzioni molto rigorose**, per le quali tutti gli edifici devono resistere a magnitudo molto elevate. Ha anche introdotto norme per invogliare la popolazione ad adeguare la propria abitazione. Di fatto oggi **il Cile ha una vulnerabilità degli edifici molto bassa**, ma anche **una popolazione educata al terremoto** e questo spiega il bassissimo numero di vittime nonostante una magnitudo così elevata (in termini di energia, il terremoto di oggi è stato circa 5000 volte maggiore di quello avvenuto in Emilia Romagna il 20 maggio 2012).

dal sito dell'INGV Terremoti



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Che fare ?

- **verifiche della sicurezza** statica e sismica
- **interventi**, anche semplici, per il miglioramento del livello di sicurezza
- attento **controllo** anche degli interventi non strutturali
- affidarsi a **professionisti** preparati
- boicottare le **offerte di prestazioni** a tariffe "indecenti"

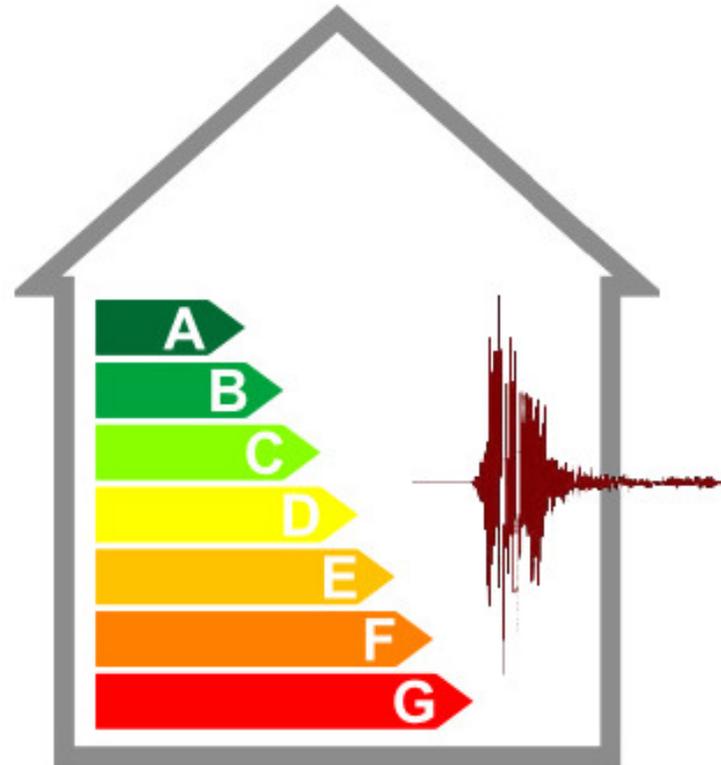


In conclusione

Il terremoto non si può eliminare ma se ne possono mitigare gli effetti attraverso:

- la diffusione di una **cultura antisismica**
- il **controllo delle costruzioni** e la messa in atto di semplici interventi, almeno in occasione di lavori di manutenzione o modifica.

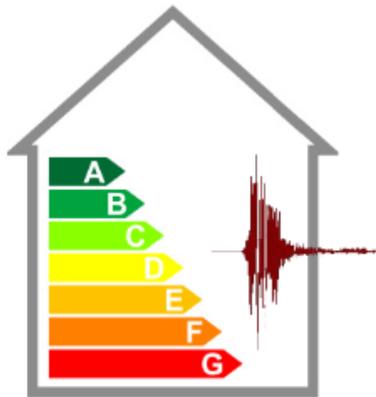




Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Certificazione sismica degli edifici

La proposta della Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana

dott. Ing. Andrea Melani

*Commissione Strutture
Federazione Ordini degli Ingegneri della Toscana*



Pistoia, 7 luglio 2016

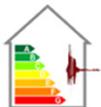
“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

PREMESSA:

La **Commissione Strutture della Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana** nel periodo settembre 2012 - giugno 2014, ha redatto il documento denominato:

Linee Guida sulla Classificazione Sismica degli Edifici: Certificazione e Qualificazione

La classificazione sismica proposta è relativa agli edifici, e si riferisce esclusivamente al rischio sismico intrinseco della costruzione e non a quello indotto dalla stessa.

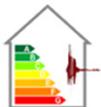


Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

La **classificazione sismica degli edifici** è il complesso delle attività, svolte da tecnici competenti e qualificati nel settore, finalizzate a:

- favorire una maggiore consapevolezza del **rischio sismico nei cittadini**;
- acquisire una "**mappatura sismica**" dettagliata del patrimonio edilizio;
- individuare le **criticità del costruito** esistente in ottica antisismica;
- costituire uno **strumento di programmazione degli interventi**, sia a livello di singolo edificio che territoriale, più appropriati ed economicamente convenienti per pervenire al miglioramento delle prestazioni attese dell'edificio in caso di sisma;
- costituire una base per l'applicazione di **incentivi fiscali**, graduati in ragione della riduzione di rischio ottenuta con l'intervento;
- incentivare **interventi per la riduzione** del rischio sismico;
- costituire uno strumento conoscitivo per la formazione di un **mirato mercato assicurativo**.



AMBITO DI APPLICAZIONE:

Le Linee Guida sono rivolte all'intero **patrimonio edilizio nazionale** ovvero:

- fabbricati pubblici



- fabbricati privati



- edilizia nuova



- edilizia esistente



aventi classe d'uso 2 o superiore (ai sensi delle NTC 2008).

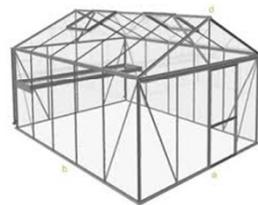


Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Sono **esclusi** dall'ambito di applicazione della classificazione sismica:

- i manufatti ad uso temporaneo;



- le strutture portanti correlate a processi industriali per i quali non vi sia presenza continuativa di persone;



- i fabbricati isolati con destinazione a **rimessa, garage**;

- gli annessi agricoli.



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

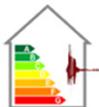


Per i nuovi edifici si prevede la redazione dell'**Attestato di Certificazione Sismica**, da redigersi eventualmente insieme al Certificato di collaudo statico.



Per gli edifici esistenti, si prevede la redazione dell'**Attestato di Qualificazione Sismica**, documento contenente equivalenti dati tecnici del precedente, ma che in più contiene dati su:

- epoca di realizzazione del fabbricato;
- normativa sulle costruzioni utilizzata all'epoca della progettazione;
- data di redazione nei riguardi dell'entrata in vigore del decreto di riferimento.



OGGETTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA:

L'oggetto cui si riferisce la procedura di classificazione è l'**Unità Strutturale (US)**, così come definita dalle NTC 2008 (punto 8.7.1):

L'US dovrà avere continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali e, di norma, sarà delimitata o da spazi aperti, o da giunti strutturali, o da edifici contigui strutturalmente, ma, almeno tipologicamente, diversi.

e più specificamente al punto C.8.A.3 della Circolare 617/2009:

La porzione di aggregato che costituisce l'US dovrà comprendere cellule tra loro legate in elevazione ed in pianta da un comune processo costruttivo, oltre che considerare tutti gli elementi interessati dalla trasmissione a terra dei carichi verticali dell'edificio in esame.



Nel seguito il termine **edificio** si intende equivalente ad **Unità Strutturale**.

EDIFICIO = UNITA' STRUTTURALE

Per la classificazione di edifici facenti parte di **aggregati edilizi** occorrerà attenersi a quanto specificato nelle NTC 2008 (punto 8.7.1):

*Nell'analisi di un edificio facente parte di un aggregato edilizio occorre tenere conto delle **possibili interazioni derivanti dalla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti**. A tal fine dovrà essere individuata l'unità strutturale (US) oggetto di studio, evidenziando le azioni che su di essa possono derivare dalle unità strutturali contigue.*



Da quanto indicato al punto 8.7.1 discende che non ha significato procedere alla classificazione sismica di una singola unità immobiliare, a meno che questa non coincida con una Unità Strutturale.

Di regola, per **Unità Strutturali** che comprendono più unità immobiliari, il soggetto tenuto a procedere alla classificazione sismica è il **condominio**.



DEFINIZIONI:

Edificio o unità strutturale (US) = organismo edilizio strutturalmente unitario che delimita uno spazio di volume definito dalle fondazioni alle coperture. Il termine si riferisce a un intero edificio e non a parti o singole porzioni e non è correlato univocamente a singole unità immobiliari;

Nuovo edificio = edificio progettato e realizzato secondo le NTC 2008 e s.m.i.; rientrano in questa definizione gli edifici oggetto di adeguamento secondo NTC 2008;

Edificio esistente = edificio progettato e realizzato prima dell'entrata in vigore delle NTC 2008 e non ad esse adeguato.



DEFINIZIONI:

Classificazione sismica = complesso delle attività svolte, da tecnico qualificato, finalizzate al rilascio dell'attestato di certificazione o qualificazione sismica dell'edificio;



Attestato di Qualificazione Sismica dell'edificio (AQS) = documento, redatto nel rispetto del decreto di riferimento ed asseverato dal tecnico qualificato, attestante l'indice di prestazione sismica degli edifici esistenti;



Attestato di Certificazione Sismica dell'edificio (ACS) = documento, redatto sulla base delle norme vigenti sulle costruzioni (NTC 2008) e nel rispetto del decreto di riferimento asseverato da tecnico qualificato, attestante l'indice di prestazione sismica per i nuovi edifici.



DEFINIZIONI:

Indice di prestazione sismica = sigla parametrica espressa da uno o più descrittori (caratteri A,B,C, ... e simboli +, -, ...) indicante il grado di affidabilità sismica dell'edificio,

è correlato con i valori di T_R (periodo di ritorno dell'azione sismica) così come definiti nelle NTC 2008.

L'indice di prestazione sismica scaturisce **dall'analisi sismica del fabbricato**, tenuto conto dell'ubicazione, della classe d'uso, delle caratteristiche costruttive, dei materiali strutturali impiegati, ecc.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

La classificazione sismica degli edifici:

- è **a carico del proprietario** dell'edificio, singolo o costituente un condominio;
- deve essere eseguita da **tecnici qualificati**, con comprovate competenze specifiche nel settore;
- deve essere **sottoscritta** sia dal **tecnico** che ha eseguito la classificazione che dal **proprietario** dell'edificio;
- deve essere **depositata presso l'Ufficio del Genio Civile** competente per territorio.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

La classificazione sismica dovrebbe essere resa **obbligatoria**, a livello nazionale, per gli **edifici nuovi**, per quelli oggetto di interventi di adeguamento, e per gli edifici esistenti per cui si richieda di accedere ad eventuali incentivi ed agevolazioni di qualsiasi natura (sgravi fiscali e/o contributi a carico di fondi pubblici o privati). In tali casi si dovrà operare seguendo la procedura ordinaria di seguito descritta.

La classificazione sismica degli **edifici esistenti**, diversi da quelli sopra indicati, seppure **non obbligatoria**, potrebbe essere incentivata, essendo finalizzata al conseguimento di una mappatura del patrimonio edilizio esistente ed al miglioramento delle sue prestazioni sismiche. Solo nel caso in cui la classificazione sismica fosse resa obbligatoria anche per quest'ultima categoria di edifici, potrebbe essere concesso di optare per la procedura semplificata.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

- L' ACQ/AQS ha **validità temporanea** limitata e non superiore alla vita nominale della struttura analizzata (nel caso di nuovi edifici);
- **non è soggetto a decadenza** nel caso di emanazione di aggiornamenti normativi successivi a quelli per i quali è stato redatto l'attestato stesso e che potrebbero intervenire durante il periodo di validità.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

Del documento, tuttavia, si prevede un eventuale **aggiornamento**, a seguito di verifica decennale dello stato di conservazione ed uso dell'edificio, a partire dalla data di prima classificazione.

In caso di **esito positivo del controllo**, il tecnico certificatore potrà limitarsi ad una dichiarazione di “non mutata situazione statica dell’edificio” limitatamente allo stato di conservazione e destinazione d’uso, confermando la classe precedentemente attestata.

Qualora invece sull’edificio siano intervenuti **significativi cambiamenti strutturali**, si dovrà procedere, necessariamente, ad una nuova classificazione, dalla quale ripartiranno, in via temporale, le verifiche e i controlli decennali di cui sopra.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

Indicazione dei principali interventi strutturali che comportano significativi cambiamenti all'edificio:

- **riduzione evidente della capacità resistente** e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- **provati gravi errori di progetto o di costruzione;**



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

Altre indicazione dei principali interventi strutturali che comportano significativi cambiamenti all'edificio:

- **cambio della destinazione d'uso** della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- **interventi non dichiaratamente strutturali**, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modifichino la rigidezza.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

L' Attestato di Certificazione Sismica (nuovi edifici) comprende:

- i dati identificativi dell'edificio (ubicazione, dati catastali, dati georeferenziati);
- i dati identificativi del Progettista e Direttore dei Lavori (architettonici e strutturali), dell'Impresa costruttrice e del Collaudatore statico;
- i riferimenti alla pratica strutturale depositata presso l'Organo competente;
- la scheda di sintesi attestante l'indice di prestazione sismica e la correlazione dei parametri di calcolo con i parametri di riferimento.



OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

L' Attestato di Qualificazione Sismica (edifici esistenti) comprende:

- i dati identificativi dell'edificio (ubicazione, dati catastali, dati georeferenziati);
- se noti, i dati identificativi del Progettista e Direttore dei Lavori (architettonici e strutturali), dell'Impresa costruttrice e del Collaudatore statico;
- se noti, i riferimenti alla pratica strutturale depositata presso l'Organo competente;
- la scheda di sintesi attestante l'indice di prestazione sismica e la correlazione dei parametri di calcolo con i parametri di riferimento.



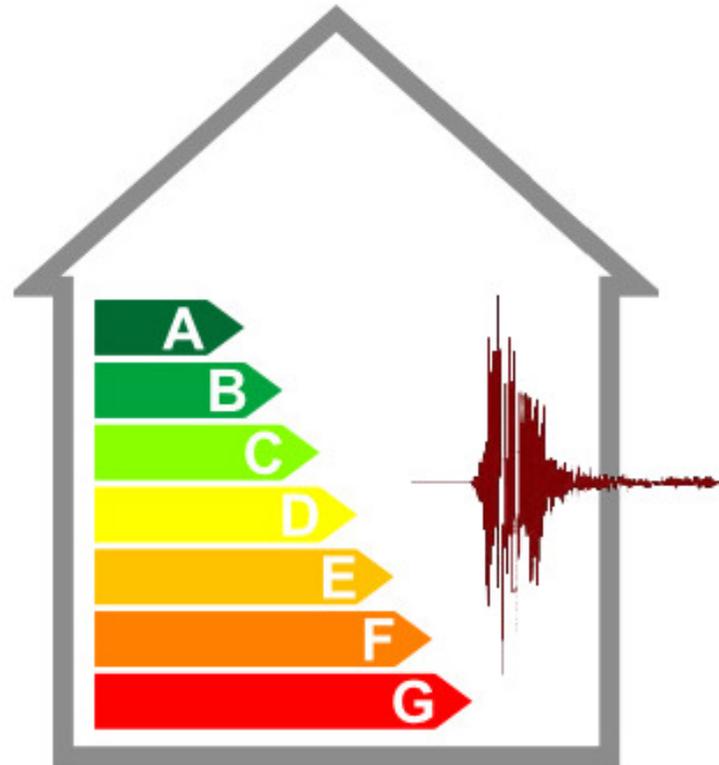
OBBLIGATORIETA' DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA :

Per gli **edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico**, la cui superficie utile totale superi i 1000 mq, l'attestato di certificazione sismica o di qualificazione sismica deve essere affisso nello stesso edificio a cui si riferisce ed in luogo facilmente visibile al pubblico.

Nell'asseveramento della **abitabilità e/o agibilità** dell'edificio, per i fabbricati rientranti nel campo di applicazione della classificazione sismica, si dovrà indicare la **classe dell'edificio**, segnalando gli identificativi del protocollo e data di deposito presso l'Ente territoriale di competenza dove è stato depositato l'attestato stesso.

* * *

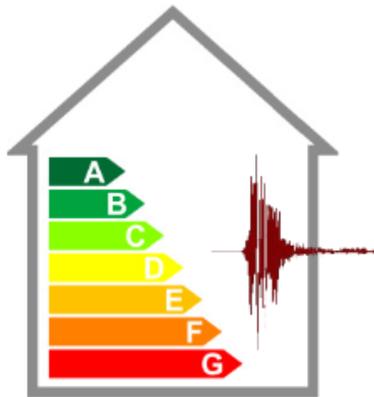




Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Certificazione sismica degli edifici: la proposta della Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana

Metodologia di Classificazione

Prof. Ing. Maria Luisa Beconcini

*Dipartimento Ingegneria Civile e Industriale
Università degli Studi di Pisa*



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

La classificazione sismica degli edifici richiede l'applicazione di una procedura che è differenziata a seconda che si tratti di:

- ❑ un **EDIFICIO NUOVO** (progettato e realizzato secondo le NTC 2008 oppure adeguato alle NTC 2008)

- ❑ un **edificio esistente**
 - procedura ordinaria
 - procedura semplificata



In ogni caso, si dovrà procedere ad **acquisire documenti e dati**, ad effettuare sopralluoghi e rilievi.

Nel caso di **edifici nuovi**, generalmente i dati possono essere estratti dalla **documentazione di progetto** e di **collaudo**; il livello di conoscenza è elevato.

Per gli **edifici esistenti**, si potrà procedere secondo diversi livelli di approfondimento a discrezione del committente; il livello di conoscenza conseguito sarà registrato nella classificazione.



In ogni caso, si deve compilare la **SCHEMA DI SINTESI** (analoga alla “*Scheda di sintesi della valutazione sismica degli edifici strategici*” del Dipartimento di Protezione Civile)

Contiene:

- dati necessari per individuare l’edificio
- dati sull'epoca di costruzione, sulla normativa di riferimento, su eventuali interventi ed eventi significativi subiti
- elementi caratterizzanti la costruzione:
 - tipologia strutturale
 - regolarità
- dati di pericolosità sismica del sito



- dati sull'analisi strutturale
 - tipo di analisi
 - risultati, ovvero: capacità allo SLV in termini di:
 - accelerazione al suolo
 - periodo di ritorno

- indicatori di rischio per la destinazione d'uso attuale
- indicatori per la classificazione sismica
- classificazione sismica dell'edificio
- individuazione delle criticità e previsione di massima di possibili interventi di miglioramento



EDIFICI NUOVI

La classificazione ha lo scopo di sintetizzare i dati di progettazione dell'edificio.

L'attribuzione ad una classe mette in evidenza il valore dell'edificio in relazione:

- all'uso che può esserne fatto (ordinario, rilevante, strategico)
- alla sua danneggiabilità:
 - fattore di struttura $q = 1$: costo di costruzione maggiore, bassissima probabilità di subire danni in conseguenza del terremoto atteso;
 - fattore di struttura $q > 1$: maggiore danneggiabilità \Rightarrow minor valore



Classe	Descrizione	q	T _{R,C}
A+++	Edifici rilevanti o strategici secondo NTC 2008, q=1 Edifici con protezione passiva	=1	≥950
A++	Edifici ordinari secondo NTC 2008, q=1 Edifici con protezione passiva	=1	≥475
A++	Edifici strategici secondo NTC 2008, q>1	>1	≥1900
A+	Edifici rilevanti secondo NTC 2008, q>1	>1	≥950
A	Edifici ordinari secondo NTC2008, q>1	>1	≥475



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

EDIFICI ESISTENTI

La classificazione sismica ha lo scopo di valutare il rischio a cui è soggetta la costruzione nella situazione attuale.

L'attribuzione ad una classe è fatta sulla base di due indicatori:

- L_s , livello di sicurezza della costruzione, inteso come rapporto fra la capacità e la domanda per la destinazione d'uso attuale, (in termini di periodi di ritorno)
- $T_{R,C}$, capacità della costruzione (in termini di periodo di ritorno) è una caratteristica intrinseca della costruzione, indicativo per usi diversi da quello attuale



Edifici esistenti – PROCEDURA ORDINARIA

La determinazione di indicatori numerici della sicurezza richiede di eseguire la **valutazione della sicurezza** dell'edificio secondo le indicazioni del cap. 8 delle NTC 2008 e della Circ. 617/09.

La fase conoscitiva dell'edificio può essere condotta con grado di approfondimento:

LC1 – conoscenza limitata

LC2 – conoscenza adeguata

LC3 – conoscenza accurata

Nell'analisi non si considerano fattori di confidenza FC

Il livello di conoscenza incide sulla classificazione: classe –

classe – –



Classe per			L_s	$T_{R,C}$
LC3	LC2	LC1		
B	B-	B- -	≥ 1	≥ 950
C	C-	C- -	≥ 1	≥ 475
D	D-	D- -	< 1	≥ 350
E	E-	E- -	< 1	≥ 175
F	F-	F- -	< 1	≥ 75
G	G-	G- -	< 1	≥ 25
H	H-	H- -	< 1	< 25



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Edifici esistenti – PROCEDURA SEMPLIFICATA

La classificazione è effettuata sulla base di dati qualitativi, attraverso cui si ricava un indice numerico di vulnerabilità sismica, **V**.

edifici progettati e realizzati secondo DM 1984 o seguenti, in zona già classificata sismica

V	Categoria zona sismica			
	1°	2°	3°	4°
0 - 30	C--	C--	C--	C--
31 - 60	D--	D--	C--	C--
61 - 100	E--	D--	D--	C--



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Edifici esistenti – PROCEDURA SEMPLIFICATA

tutti gli altri edifici

V	Categoria zona sismica			
	1°	2°	3°	4°
0 - 30	I	I	I	I
31 - 60	M	L	I	I
61 - 100	M	M	L	I

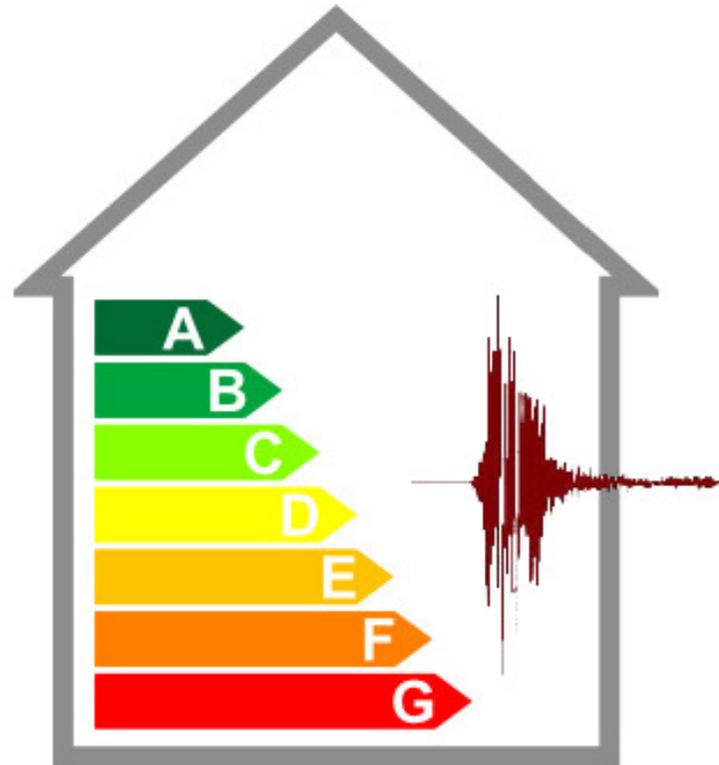


Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

La metodologia necessita di una **fase di sperimentazione** per poterne verificare l'applicabilità e per tarare i risultati delle diverse procedure.

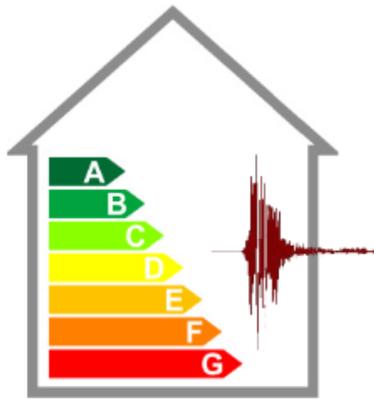




Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Certificazione sismica degli edifici: la proposta della Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana

Applicazioni a casi concreti

Ing. Lorenzo Lupi



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Tesi di laurea:

Sperimentazione di una metodologia per la classificazione sismica degli edifici

- **valutazione** delle eventuali *metodologie di classificazione sismica* proposte fino ad oggi sul territorio nazionale
- **studio** del *metodo di classificazione sismica* proposto dalla Commissione Strutture della Federazione Regionale Ordini degli Ingegneri della Toscana
- **applicazione** e sperimentazione su un campione di edifici di diverse caratteristiche per valutarne l'*applicabilità* e la *congruenza* dei risultati ottenuti



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

A questi fini, sono stati scelti alcuni **edifici campione** con caratteristiche diverse, accomunati dal fatto che, essendo stati oggetto di tesi di laurea, erano note le caratteristiche generali ed era stata fatta la valutazione della vulnerabilità sismica.

A questi edifici è stata applicata la ***procedura di classificazione sismica*** proposta dalla Commissione Strutture della Federazione Regionale Ordini degli Ingegneri della Toscana, cosicché se ne è verificata l'applicabilità.

Si sono inoltre **confrontati i risultati** in termini di classificazione, ottenuti dalla procedura ordinaria e dalla procedura semplificata.



I CASI DI STUDIO

1) Edificio in c.a., Lucca



2) Edificio prefabbricato ad uso industriale, Galliciano (LU)



3) Padiglione del presidio ospedaliero "Campo di Marte" in struttura mista, Lucca



4) Plesso scolastico "Galileo Chini" in c.a., Scarperia (FI)



Pistoia, 7 luglio 2016

"Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto"

I CASI DI STUDIO

5) Scuola elementare “Gianni Rodari”
in c.a., Altopascio (LU)



6) “Villa Nardi” in muratura, Barga (LU)



7) “Palazzo Orsetti” in muratura, Lucca

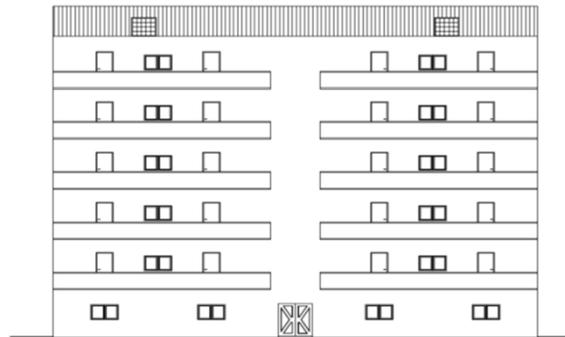


Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

I CASI DI STUDIO

8) Edificio multipiano, Castelnuovo di Garfagnana (LU)



9) Edificio multipiano ad uso residenziale in c.a., Calcinaia (PI)



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

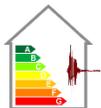
PROCEDURA ORDINARIA

Per gli edifici esistenti (8 su 9) è stata compilata la scheda di sintesi e, sulla base dell'analisi strutturale, sono stati valutati gli indici

- $T_{R,C}$ capacità in termini di periodo di ritorno
- L_S livello di sicurezza della costruzione, inteso come rapporto fra la capacità e la domanda per la destinazione d'uso attuale, (in termini di periodi di ritorno)

Essendo edifici esistenti, la classificazione sismica è stata effettuata secondo la tabella:

Classe per:			L _S	T _{R,C}
LC3	LC2	LC1		
B	B-	B--	≥1	≥950
C	C-	C--	≥1	≥475
D	D-	D--	<1	≥350
E	E-	E--	<1	≥175
F	F-	F--	<1	≥75
G	G-	G--	<1	≥25
H	H-	H--	<1	< 25



Edificio		$T_{R,C}$ [SLV]	$LS=(T_{R,C}/T_{R,D})^{0,41}$ [SLV]	LC	Classe
1)Edificio in c.a. sito a Lucca		102	0,532	3	F
2)Edificio ad uso industriale prefabbricato sito a Galliciano (LU)		166	0,550	2	F-
3)Padiglione 1 del presidio ospedaliero "Campo di Marte" sito a Lucca		195	0,523	3	E
4)Corpo "C" del plesso scolastico "Galileo Chini" sito a Scarperia (FI)		71	0,388	2	G-
5)Scuola elementare "Gianni Rodari" sita a Altopascio (LU)		73	0,393	2	G-
6)"Villa Nardi" sita a Barga (LU)		81	0,410	3	F
7)"Palazzo Orsetti " (LU)		163	0,486	3	F
8)Edificio multipiano per uffici sito a Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Edificio nuovo $q > 1$	2254	1,89	/	A++
9)Edificio multipiano ad uso residenziale sito a Calcinaia (PI)		132	1,08	2	C-

PROCEDURA SEMPLIFICATA

Per ogni edificio sono stati classificati i diversi parametri e attribuiti i corrispondenti punteggi, ricavando così V e di conseguenza la classe

PARAMETRI	CLASSE	PUNTEGGIO
1- Tipo ed organizzazione sistema resistente	B	-1
2- Qualità sistema resistente	B	-0,25
3- Resistenza convenzionale	B	0
4- Posizione edifici e fondazione	B	-0,25
5- Orizzontamenti	B	-0,25
6- Configurazione planimetrica	C	-0,5
7- Configurazione in elevazione	A	0
8- Collegamenti ed elementi critici	C	-0,5
9- Elementi con bassa duttilità	C	-0,5
10- Elementi non strutturali	B	-0,25
11- Stato di fatto	B	-0,5
Somma dei punteggi V		-4
$V > -6,5 \rightarrow V_m = -10,07 * V + 2,5175$		42,79
ag,475		0,131 g
I	No DM 1984	



edifici progettati e realizzati secondo
DM 1984 o seguenti

V	Categoria zona sismica			
	1°	2°	3°	4°
0 - 30	C--	C--	C--	C--
31 - 60	D--	D--	C--	C--
61 - 100	E--	D--	D--	C--

tutti gli altri edifici

V	Categoria zona sismica			
	1°	2°	3°	4°
0 - 30	I	I	I	I
31 - 60	M	L	I	I
61 - 100	M	M	L	I



Edificio	V	$a_{g.475}$ [g]	Categoria sismica	Classe (DM 1984)	Classe (No DM 1984)
1)Edificio in c.a. sito a Lucca	42,79	0,131	3°	-	I
2)Edificio ad uso industriale prefabbricato sito a Galliciano (LU)	30,21	0,193	2°	-	I
3)Padiglione 1 del presidio ospedaliero "Campo di Marte" sito a Lucca	37,76	0,129	3°	-	I
4)Plesso scolastico "Galileo Chini" sito a Scarperia (FI)	35,25	0,201	2°	-	L
5)Scuola elementare "Gianni Rodari" sita a Altopascio (LU)	62,94	0,127	3°	-	L
6)"Villa Nardi" sita a Barga (LU)	13,73	0,198	2°	-	I
7)"Palazzo Orsetti" sito a Lucca	48,36	0,198	2°	-	I
8)Edificio multipiano per uffici sito a Castelnuovo di Garfagnana (LU)	20,14	0,200	2°	C--	-
9)Edificio multipiano ad uso residenziale sito a Calcinaia(PI)	20,14	0,120	3°	C--	-

CONFRONTO TRA LE DUE PROCEDURE

Edificio	Procedura ordinaria (Scheda DPC)		Procedura semplificata	
	Classe		Classe (DM 1984)	Classe (No DM 1984)
1) Edificio in c.a. sito a Lucca	F		-	I
2) Edificio ad uso industriale prefabbricato sito a Galliciano (LU)	F-		-	I
3) Padiglione 1 del presidio ospedaliero "Campo di Marte" sito a Lucca	E		-	I
4) Plesso scolastico "Galileo Chini" sito a Scarperia (FI)	G-		-	L
5) Scuola elementare "Gianni Rodari" sita a Altopascio (LU)	G-		-	L
6) "Villa Nardi" sita a Barga (LU)	F		-	I
7) "Palazzo Orsetti" sito a Lucca	F		-	I
8) Edificio multipiano per uffici sito a Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Edificio nuovo	A++	C--	-
9) Edificio multipiano ad uso residenziale sito a Calcinaia (PI)	C-		C--	-

INDICE DI RISCHIO

E' stato fatto un ulteriore confronto:
classificazione – indice di rischio, inteso secondo ???

$$\left. \begin{aligned}
 PGA_C(V) &= \frac{1}{\alpha_C + \beta_C \cdot V^{\gamma}} \\
 PGA_D &= [SLV; Cu = 2; V_N = 50 \text{ anni}] \\
 \alpha_C, \beta_C, \gamma &= \text{costanti} \\
 k &= \text{coefficiente tabellato in funzione di } PGA_D
 \end{aligned} \right\} I_R = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C} \right)^k$$



INDICE DI RISCHIO

Edifici analizzati	V	PGA _C [g]	PGA _D [g]	k	I _R
1) Edificio in c.a. sito a Lucca	42,80	0,552	0,242	2,45	0,266
2) Edificio ad uso industriale prefabbricato sito a Galliciano (LU)	30,21	0,499	0,330	2,40	0,369
3) Padiglione 1 del presidio ospedaliero "Campo di Marte" sito a Lucca	37,76	0,316	0,242	2,45	0,221
4) Plesso scolastico "Galileo Chini" sito a Scarperia (FI)	35,25	0,465	0,339	2,40	0,467
5) Scuola elementare "Gianni Rodari" sita a Altopascio (LU)	62,94	0,304	0,236	2,46	0,534
6) Villa Nardi sita a Barga (LU)	13,73	0,607	0,388	2,40	0,342
7) Palazzo Orsetti sito a Lucca	48,73	0,381	0,242	2,45	0,328
8) Edificio multipiano per uffici sito a Castelnuovo di Garfagnana (LU)	20,14	0,568	0,292	2,40	0,203
9) Edificio multipiano ad uso residenziale sito a Calcinaia (PI)	32,73	0,482	0,229	2,48	0,157



CLASSE SISMICA E INDICE DI RISCHIO

Edificio	Procedura ordinaria (Scheda DPC)		Procedura semplificata (Scheda GNDT)		Indice di Rischio I_R
	Classe		Classe (DM 1984)	Classe (No DM 1984)	
1) Edificio in c.a. sito a Lucca	F		-	I	0,266
2) Edificio ad uso industriale prefabbricato sito a Galliciano (LU)	F-		-	I	0,369
3) Padiglione 1 del presidio ospedaliero "Campo di Marte" sito a Lucca	E		-	I	0,221
4) Plesso scolastico "Galileo Chini" sito a Scarperia (FI)	G-		-	L	0,467
5) Scuola elementare "Gianni Rodari" sita a Altopascio (LU)	G-		-	L	0,534
6) "Villa Nardi" sita a Barga (LU)	F		-	I	0,342
7) "Palazzo Orsetti" sito a Lucca	F		-	I	0,328
8) Edificio multipiano per uffici sito a Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Edificio nuovo	A++	C--	-	0,203
9) Edificio multipiano ad uso residenziale sito a Calcinaia (PI)	C-		C--	-	0,157

CONCLUSIONI

- la procedura sperimentata consente di quantificare in modo speditivo la vulnerabilità sismica dei fabbricati attraverso classi di appartenenza;
- la classificazione sismica può costituire il parametro di riferimento per la definizione di scale di priorità per interventi pubblici e finanziamenti di interventi di ristrutturazione in chiave antisismica;
- i risultati delle due procedure sono pressoché **congruenti**, pertanto, attraverso la procedura semplificata, la classificazione sismica può essere effettuata a costi decisamente bassi.

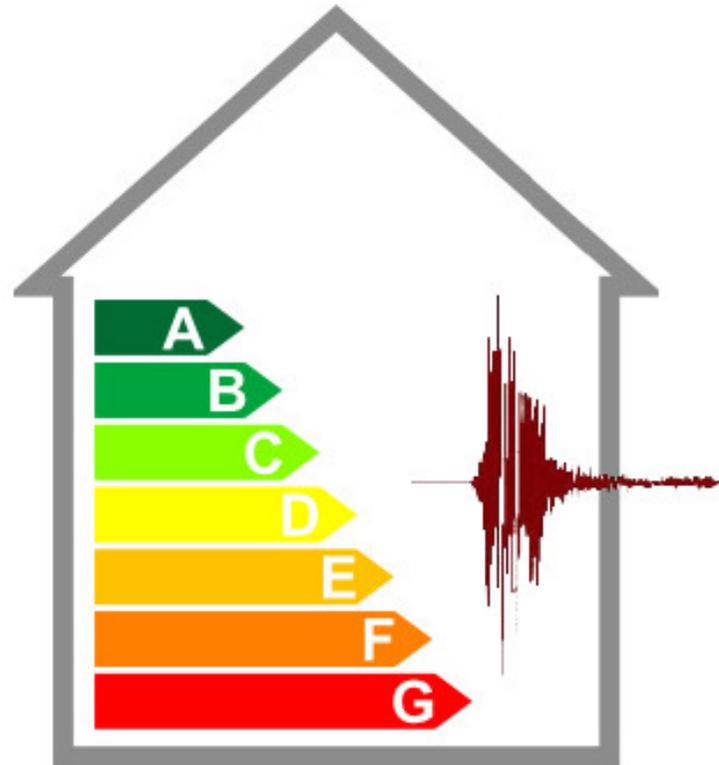


CONCLUSIONI

La metodologia necessita di una ulteriore e più vasta **sperimentazione** al fine di mettere a punto la definizione delle classi e di omogeneizzare i risultati ottenuti con le diverse procedure.

* * *

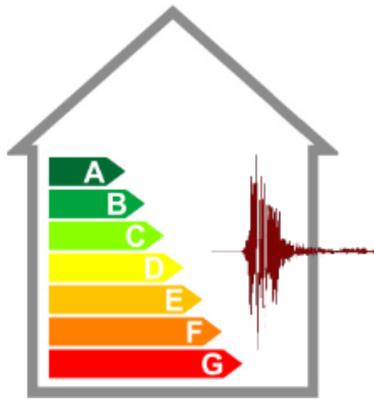




Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Un protocollo metodologico per la certificazione sismica degli edifici: l'esempio della Regione Umbria

Prof. Ing. Antonio Borri

Dipartimento di Ingegneria – Università degli Studi di Perugia



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Un protocollo metodologico per la certificazione sismica degli edifici e le sue possibili applicazioni per la stima della vulnerabilità urbana

Antonio Borri
DICA – Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale. Università degli Studi di Perugia. Via G. Duranti 93, 06125 Perugia

Alessandro De Maria
Servizio Controllo Costruzioni e Protezione Civile. Provincia di Perugia. Via Palermo 106, 06129 Perugia

ABSTRACT

Nel presente articolo si svolgono alcune considerazioni riguardanti l'applicazione al caso degli insediamenti storici della procedura di Certificazione/Qualificazione Sismica degli edifici in muratura esistenti messa a punto dagli Autori nell'ambito di una ricerca condotta dalla Università di Perugia con la Regione dell'Umbria. La procedura, messa a punto su casi reali grazie anche al contributo di rappresentanti del mondo professionale, è applicabile sia su unità strutturali singole che su aggregati, e attribuisce una classe convenzionale di prestazione dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche istintando un lessico simile a quello adottato per la certificazione energetica (dalla A+ corrispondente alla certificazione con le NTC fino alla E, la peggiore). Le classi di qualificazione sismica derivano da un'analisi dei principali elementi di vulnerabilità e da una serie di verifiche numeriche semplificate e consentono di valutare e raffrontare la prestazione antisismica dell'edificio in forma sintetica e con diversi livelli di approfondimento senza richiedere il rilievo dettagliato dell'edificio. Inoltre, le caratteristiche della procedura di certificazione sismica risultano particolarmente adatte al caso della stima della vulnerabilità urbana degli insediamenti storici, in quanto consentono una quantificazione speditiva - ma sufficientemente rigorosa per applicazioni a scala urbana - della massima accelerazione sostenibile dagli edifici. In tal modo, quando sia noto il sistema di scenario, è possibile stimare in modo sufficientemente attendibile il livello di danno che è lecito attendersi dai vari edifici di un insediamento e valutare il rispetto degli Stati Limite per l'insediamento storico SLVis ed SLDis previsti nel recente "Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici" curato da un Gruppo di Lavoro del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel 2012.

1 OGGETTO E FINALITÀ

Si illustra una ricerca svolta dagli Autori per la Regione dell'Umbria, denominata "Linee Guida per la certificazione e qualificazione sismica degli edifici in muratura", svolta nell'ambito di una convenzione stipulata tra Regione Umbra e Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia per il programma POR FESR 2007-2013.

La metodologia illustrata si riferisce ad edifici in muratura esistenti. Se gli edifici in esame possiedono il livello di sicurezza sismica previsto dalle vigenti normative tecniche (D.M. 14.01.2008 e Circolare n. 617 del 2009) all'edificio in esame può essere attribuita una vera e propria "certificazione antisismica", mentre invece, se il livello previsto dalle Norme non è raggiunto o non è noto, è possibile pervenire alla identificazione di una classe convenzionale di prestazione dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche. In quest'ultimo caso si parla di "qualificazione sismica".

La finalità e la funzione delle classi di qualificazione sismica non sono quelle di certificare un prefissato livello di sicurezza, ma di consentire, anche a non tecnici, di raffrontare in modo sintetico e semplice le prestazioni antisismiche attese per i diversi edifici in esame. Inoltre, attraverso la metodologia proposta sarà possibile disporre di suggerimenti e indicazioni in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione.

L'oggetto cui ci si riferisce per la procedura di qualificazione o certificazione è l'Unità Strutturale così come definita dalle NTC ed, in particolare, al punto C8A.3 delle appendici alla Circolare 617. Nel seguito si utilizzeranno indifferentemente come sinonimi i termini Unità Strutturale (US) ed edificio.

È importante rimarcare l'approccio di tipo strutturale: poiché l'oggetto sia della Certificazione che della Qualificazione Sismica è l'Unità Strutturale non possono essere condotte analisi riferite a singoli appartamenti.

Un protocollo metodologico per la certificazione sismica degli edifici e le sue possibili applicazioni per la stima della vulnerabilità urbana

Antonio Borri

DICA – Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale. Università degli Studi di Perugia. Via G. Duranti 93, 06125 Perugia

Alessandro De Maria

Servizio Controllo Costruzioni e Protezione Civile. Provincia di Perugia. Via Palermo 106, 06129 Perugia



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Un protocollo metodologico per la certificazione sismica degli edifici e le sue possibili applicazioni per la stima della vulnerabilità urbana

Antonio Borri

DICA – Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale. Università degli Studi di Perugia. Via G. Duranti 93, 06125 Perugia

Alessandro De Maria

Servizio Controllo Costruzioni e Protezione Civile. Provincia di Perugia. Via Palermo 106, 06129 Perugia

ABSTRACT

Nel presente articolo si svolgono alcune considerazioni riguardanti l'applicazione al caso degli insediamenti storici della procedura di Certificazione/Qualificazione Sismica degli edifici in muratura esistenti messa a punto dagli Autori nell'ambito di una ricerca condotta dalla Università di Perugia con la Regione dell'Umbria.

La procedura, messa a punto su casi reali grazie anche al contributo di rappresentanti del mondo professionale, è applicabile sia su unità strutturali singole che su aggregati, e attribuisce una classe convenzionale di prestazione dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche istituendo un lessico simile a quello adottato per la certificazione energetica (dalla A+ corrispondente alla certificazione con le NTC fino alla E, la peggiore).

Le classi di qualificazione sismica derivano da un'analisi dei principali elementi di vulnerabilità e da una serie di verifiche numeriche semplificate e consentono di valutare e raffrontare la prestazione antisismica dell'edificio in forma sintetica e con diversi livelli di approfondimento senza richiedere il rilievo dettagliato dell'edificio.

Inoltre, le caratteristiche della procedura di certificazione sismica risultano particolarmente adatte al caso della stima della vulnerabilità urbana degli insediamenti storici, in quanto consentono una quantificazione speditiva - ma sufficientemente rigorosa per applicazioni a scala urbana - della massima accelerazione sostenibile dagli edifici. In tal modo, quando sia noto il sisma di scenario, è possibile stimare in modo sufficientemente attendibile il livello di danno che è lecito attendersi dai vari edifici di un insediamento e valutare il rispetto degli Stati Limite per l'insediamento storico SLVis ed SLDis previsti nel recente "Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici" curato da un Gruppo di Lavoro del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel 2012.

1 OGGETTO E FINALITÀ

Si illustra una ricerca svolta dagli Autori per la Regione dell'Umbria, denominata "Linee Guida per la certificazione e qualificazione sismica degli edifici in muratura", svolta nell'ambito di una convenzione stipulata tra Regione Umbra e Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia per il programma POR FESR 2007-2013.

La metodologia illustrata si riferisce ad edifici in muratura esistenti. Se gli edifici in esame possiedono il livello di sicurezza sismica previsto dalle vigenti normative tecniche (D.M. 14.01.2008 e Circolare n. 617 del 2009) all'edificio in esame può essere attribuita una vera e propria "certificazione antisismica", mentre invece, se il livello previsto dalle Norme non è raggiunto o non è noto, è possibile pervenire alla identificazione di una classe convenzionale di prestazione dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche. In quest'ultimo caso si parla di "qualificazione sismica".

La finalità e la funzione delle classi di qualificazione sismica non sono quelle di certificare un prefissato livello di sicurezza, ma di consentire, anche a non tecnici, di raffrontare in modo sintetico e semplice le prestazioni antisismiche attese per i diversi edifici in esame. Inoltre, attraverso la metodologia proposta sarà possibile disporre di suggerimenti e indicazioni in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione.

L'oggetto cui ci si riferisce per la procedura di qualificazione o certificazione è l'Unità Strutturale così come definita dalle NTC ed, in particolare, al punto C8A.3 delle appendici alla Circolare 617. Nel seguito si utilizzeranno indifferentemente come sinonimi i termini Unità Strutturale (US) ed edificio.

È importante rimarcare l'approccio di tipo strutturale: poiché l'oggetto sia della Certificazione che della Qualificazione Sismica è l'Unità Strutturale non possono essere condotte analisi riferite a singoli appartamenti.

2 CERTIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE ANTISISMICA

Si può attribuire ad un edificio una “certificazione antisismica” quando questo possiede i livelli di sicurezza previsti dalle NTC 2008 per lo SLV (stato limite di salvaguardia della vita per la classe d’uso prevista) e tali livelli siano “certificati” da una analisi globale insieme a tutte le analisi e verifiche locali svolte secondo le procedure delle NTC 2008. Pertanto è certificato come antisismico un edificio per cui sia stata svolta la valutazione di sicurezza allo SLV di cui al punto 8.3 delle NTC 2008. Quando ciò accade si qualifica l’edificio di classe A+ dal punto di vista sismico.

Secondo la procedura delineata il responsabile della certificazione è il tecnico valutatore (il progettista, nel lessico delle NTC 2008) che redige una relazione come indicato al punto 8.3 delle NTC 2008.

La qualificazione sismica qui proposta, a differenza della certificazione, è una procedura convenzionale semplificata che consente di attribuire una determinata classe all’edificio cui è riferita, qualificandolo in tal modo nei riguardi della maggiore o minore sicurezza all’azione sismica attesa nel sito dove si trova l’edificio.

La qualificazione sismica è possibile a vari livelli di approfondimento. Come detto, essa non certifica il raggiungimento del livello di sicurezza previsto dalle NTC: tale livello può essere attestato con certezza solo grazie alla certificazione antisismica.

La procedura di qualificazione sismica si compone di due momenti:

- una analisi dei principali elementi vulnerabili dell’edificio in esame;
- una serie di verifiche numeriche semplificate per l’edificio in esame.

Il risultato finale della procedura di Certificazione/Qualificazione sismica è dato da una classe di qualificazione sismica. Sono state definite cinque classi rispetto ai possibili esiti della qualificazione sismica da A ad E. A tali classi va aggiunta la classe A+ relativa alla certificazione antisismica. Inoltre alcune classi possono essere suddivise a loro volta in sottoclassi.

In ordine decrescente di prestazione sismica le classi considerate sono:

A+, A, B1, B2, C1, C2, D1, D2, D3, E.

2.1 Valutazione di vulnerabilità

La valutazione della vulnerabilità della U.S. è svolta con l’aiuto di una scheda sintetica il cui esito finale sarà un giudizio convenzionale di vulnerabilità sull’edificio in esame. L’analisi prevede la ricognizione speditiva dei principali elementi che possono determinare la risposta sismica di un edificio (sintetizzati in **tabella 1**).

Tabella 1. Carenze strutturali da considerare per la ricognizione di vulnerabilità (sintesi)

N.	Descrizione vulnerabilità
1	Stato di conservazione Estensione e gravità di lesioni significative o fatiscenza grave.
2	Qualità muraria Valutazione del rispetto della Regola dell’Arte e quantità di pareti di fattura scadente.
3	Collegamenti Connessioni o incatenamenti delle pareti esterne con i muri di spina e con i solai e la copertura.
4	Solai e copertura Luce o appoggio insufficiente.
5	Regolarità strutturale (solo sugli impalcati “rigidi”) Presenza di irregolarità in pianta.
6	Edificio facente parte di un agglomerato o una schiera Posizione di angolo o di testata oppure sporgenze o elevazioni non contrastate dagli altri edifici.
7	Regolarità in elevazione Variazioni di massa o rigidezza fra due livelli consecutivi.
8	Fondazioni e terreno Evidenza di cedimenti fondali.
9	Carenze strutturali locali Elementi spingenti, muri o pilastri in falso, superfetazioni, martellamento con edifici adiacenti.
10	Elementi non strutturali vulnerabili Comignoli, parapetti, balconi, gronde, velette, controsoffitti di peso significativo e mal collegati.

L'obiettivo della scheda è determinare per l'edificio in esame le condizioni di vulnerabilità secondo la scala seguente: vulnerabilità bassa, vulnerabilità media, vulnerabilità alta, vulnerabilità altissima.

Il giudizio di vulnerabilità dell'edificio è pari al giudizio più grave fra quelli specifici attribuiti ad ognuno dei dieci elementi di vulnerabilità esaminati.

Occorre sottolineare come le valutazioni di vulnerabilità di tutti gli elementi considerati nella scheda siano principalmente l'esito di un giudizio del tecnico rilevatore che si baserà sull'osservazione della specifica situazione incontrata e sul suo bagaglio di esperienza e senso critico. Le indicazioni numeriche e le percentuali suggerite nella scheda e nelle relative istruzioni non possono certo cogliere la complessità e la varietà di tutte le configurazioni possibili; esse rappresentano un criterio orientativo e non obbligatorio.

2.2 Verifiche numeriche semplificate

La qualificazione sismica prevede l'esecuzione di verifiche numeriche semplificate i cui risultati saranno riferiti, in termini percentuali, al livello di sicurezza previsto dalle NTC 2008 allo SLV per quel dato sito e per quella data tipologia edilizia in esame e per la classe d'uso C_u e la vita nominale V_N previsti per l'edificio in oggetto. Si valutano tre aspetti:

- verifica semplificata per carichi verticali (rielaborata da quella prevista nelle NTC al cap. 4.5 per il caso delle costruzioni semplici);
- verifica nel piano globale (tramite un metodo rielaborato dalle Linee Guida per l'applicazione della normativa sismica ai BBCC);
- verifica locale fuori piano (per le sole pareti esterne e con opportune semplificazioni e possibilità di essere omessa se sono rispettati alcuni parametri minimi).

I risultati di tali verifiche saranno espressi in termini di fattore di sicurezza convenzionale (F.Sic.) come percentuale in riferimento allo SLV.

Le fasce dei possibili risultati sono le seguenti:

- F.Sic. $\geq 80\%$ dello SLV
- F.Sic. compreso tra 80% e 60% dello SLV
- F.Sic. compreso tra 60% e 40% dello SLV
- F.Sic. compreso tra 40% e 20% dello SLV
- F.Sic. $\leq 20\%$ dello SLV

2.3 Verifica globale semplificata per l'edificio

Nel caso di edifici che non presentino una tipologia costruttiva particolare (es. chiese, torri, ponti, etc..) la procedura illustrata consente una valutazione quantitativa convenzionale della accelerazione di collasso, nell'ipotesi che questo si verifichi per rottura delle pareti nel proprio piano, nell'ambito di un comportamento complessivo¹ del manufatto.

L'accelerazione al suolo che porta al raggiungimento delle condizioni limite di collasso è data da:

$$a_{SLU} = \frac{rqF_{SLU}}{MF_0}$$

dove:

- F_{SLU} è la resistenza a taglio dell'edificio;
- q è il coefficiente di struttura, che può essere assunto pari a 3, per edifici regolari in elevazione, e 2,25 negli altri casi;
- r è un coefficiente correttivo che tiene conto delle numerose semplificazioni a favore della sicurezza. Esso è pari a 1,5 per edifici ad un piano fuori terra ed è pari a 2,0 per edifici a 2 o più piani fuori terra.

¹ Occorre introdurre una differenza fra "comportamento globale" e "comportamento complessivo". Il comportamento globale richiama le nozioni di impalcati rigidi rispetto alle pareti e distribuzione delle azioni sismiche sui maschi murari data dalla somma di una quota proporzionale alle rigidità degli stessi maschi murari ed una quota derivante da eventuali effetti torcenti. Per la Certificazione e Qualificazione Sismica, data la varietà e la numerosità degli edifici non è certo possibile riferirsi esclusivamente alle ipotesi appena menzionate ma si vuole cogliere anche il comportamento sismico generale degli edifici sprovvisti di solai rigidi, inteso come media resistenza a taglio nel piano dei maschi murari dell'edificio. Il concetto di "comportamento complessivo" pertanto è più ampio del concetto di "comportamento globale" perché si riferisce sia al caso di edifici con impalcati rigidi sia al caso di edifici con impalcati non sufficientemente rigidi.

- M è la massa sismica totale;
- F_0 è l'amplificazione spettrale massima allo SLV per il sito dove ricade la costruzione.

Rispetto alla formulazione contenuta nelle Linee Guida per i BBCC (formulazione più esatta da un punto di vista teorico ma più onerosa da applicare, specie in presenza di molti edifici da qualificare) sono state apportate alcune semplificazioni (in favore di sicurezza). In primo luogo si è eliminata la valutazione numerica della frazione di massa partecipante secondo il modo di collasso, ponendola sempre uguale ad 1.

Inoltre, lo spettro normalizzato $C(T)$ ottenuto come rapporto fra lo spettro di risposta elastico (punto 3.2.3.2.1 del D.M. 14.01.2008) e l'accelerazione massima del terreno che tiene conto delle caratteristiche del sito ($a_g S$) è stato convenzionalmente posto uguale al suo massimo valore assumibile, cioè all'amplificazione spettrale F_0 (corrispondente al plateau del tratto ad accelerazione costante dello spettro). Tale semplificazione può avere una notevole influenza su edifici in muratura bassi (ad un piano) su suolo di tipo C o D, per i quali il periodo di oscillazione è inferiore a quello corrispondente al tratto iniziale del "plateau" dello spettro.

Per tenere conto di tali assunzioni semplificative è stato introdotto il coefficiente r .

La resistenza a taglio dell'edificio viene ottenuta come la minore tra quelle valutate secondo due direzioni perpendicolari, scelte in genere secondo gli assi prevalenti dei muri portanti. Il modello consiste nel considerare, per ciascuna direzione, i pannelli murari portanti verticali e nell'ipotizzare che il collasso avvenga quando la tensione tangenziale media raggiunge un'opportuna quota parte della resistenza a taglio del materiale muratura. Considerando, a titolo di esempio, la direzione x ed un generico piano i dell'edificio:

$$F_{SLU,xi} = \frac{0,8\xi_{xi} A_{xi} \tau_{di}}{1,25}$$

in cui:

- A_{xi} è l'area resistente a taglio dei muri dell' i -esimo piano, posti secondo la direzione x ;
- ξ_{xi} è un coefficiente legato al tipo di rottura prevista in prevalenza nei maschi murari dell' i -esimo piano; esso vale 1 nel caso di collasso per taglio, mentre può essere assunto pari a 0.8 nel caso di collasso per presso-flessione (maschi snelli o poco caricati verticalmente);
- τ_{di} è il valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura nei maschi murari del piano i :

$$\tau_{di} = \tau_{0d} \sqrt{1 + \frac{\sigma_{0i}}{1,5\tau_{0d}}}$$

dove:

- τ_{0d} è il valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura; in caso di differenti tipologie murarie allo stesso piano va utilizzato il valore medio della τ_{0d} per il piano in esame;
- σ_{0i} è la tensione verticale media sulla superficie resistente dei muri all' i -esimo piano.

La formulazione descritta, rispetto a quella proposta nelle Linee Guida per i BBCC semplifica in favore di sicurezza alcuni coefficienti relativi all'irregolarità in pianta ed alla omogeneità di rigidità e resistenza dei maschi murari, ponendoli al loro peggior valore possibile per la sicurezza, cioè 1,25 e 0,8. Tali semplificazioni si rendono necessarie se si vuole applicare la Certificazione/Qualificazione Sismica in maniera speditiva: tenere conto dell'irregolarità in pianta e delle eventuali disomogeneità che portano i maschi murari a diverse risposte sismiche comporterebbe un eccessivo livello di precisione nel rilievo geometrico a scapito dell'effettiva applicabilità della procedura su una gran mole di edifici.

La massa M da considerare per la valutazione dell'azione sismica di collasso è quella associata ai carichi gravitazionali combinati secondo i disposti delle NTC 2008. I pesi relativi a balconi sporgenti possono essere considerati fra i carichi del livello a cui si trova il balcone. I piani ammezzati di limitata estensione non vanno considerati come "livello" su cui svolgere la verifica ma possono essere sommati al peso relativo al livello immediatamente sovrastante il piano ammezzato.

L'accelerazione di collasso globale a_{SLU} dell'edificio corrisponde al minimo tra i valori corrispondenti al collasso per i diversi piani e per le due direzioni principali.

Il rapporto fra l'accelerazione richiesta per attivare il meccanismo di crisi globale e un termine di confronto pari ad: $a_g (P_{Vr})S$ definisce il fattore di sicurezza in termini percentuali. Quando le due quantità

sono uguali allora si ha il 100% del livello di sicurezza richiesto dalle NTC per l'adeguamento. Risulta pertanto:

$$F.Sic.(%) = 100 \times \frac{a_{SLU}}{a_g(P_{Vr})S}$$

È da notare che $a_g(P_{Vr})$ dipende:

- dal particolare sito in cui ricade la costruzione;
- dal particolare stato limite considerato che, nel caso della qualificazione sismica, è lo stato limite SLV ($P_{Vr} = 0,10$);
- dal coefficiente d'uso C_u della costruzione che dovrà essere considerato nella procedura di qualificazione sismica;
- dalla vita nominale V_N dell'opera considerata.

Il coefficiente S è dato dal prodotto di S_T che dipende dalla topografia del terreno (e può assumere un valore compreso fra 1 ed 1,4 secondo il disposto delle NTC) e da S_S che dipende dalla stratigrafia e dalla tipologia del terreno (può assumere un valore compreso fra 1 ed 1,8 secondo le NTC). Per la valutazione del coefficiente stratigrafico S_S sono previste procedure semplificate che consentono di tenere conto di eventuali indagini esistenti per il sito in esame (es. studi di microzonazione). Se non esistono indagini sul sottosuolo del sito in esame, non si svolgono prove e non c'è roccia affiorante allora, in favore di sicurezza, è possibile procedere nella qualificazione sismica dell'edificio assumendo S_S pari ad 1,8.

2.4 Verifiche locali

Le verifiche locali di singole pareti soggette a cinematismi di collasso andranno svolte con il metodo dell'analisi cinematica lineare previsto dalle NTC 2008 opportunamente semplificato.

Il tecnico rilevatore determina le situazioni che, a suo giudizio, sono meritevoli di verifica locale sismica. Si prenderanno in considerazione solo le pareti esterne.

Se a giudizio del tecnico rilevatore non sussistono situazioni a rischio di meccanismo locale in caso di sisma, egli potrà omettere le verifiche semplificate locali. Ciò implica l'assunzione che il fattore di sicurezza per meccanismi locali è pari almeno all'80% del fattore di sicurezza richiesto dalle NTC per il caso dell'adeguamento.

Per le pareti su cui è necessario svolgere la verifica locale si utilizza l'analisi limite (il riferimento di base è l'appendice alla Circolare 617 del 2009) e si determinano prima il moltiplicatore di attivazione del meccanismo α_0 e successivamente l'accelerazione di attivazione a_0^* tramite la formula:

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 g}{e^* FC}$$

Per determinare la frazione di massa effettivamente partecipante al meccanismo si può ricorrere alle formule delle NTC 2008 (appendici alla Circolare 617 del 2009) ma, in via semplificata e a favore di sicurezza, si può porre $e^* = 1$

L'accelerazione a_0^* richiesta per attivare il meccanismo di collasso, qualunque sia la quota da terra a cui si sviluppa il meccanismo, andrà confrontata solamente con:

$$\frac{a_g(P_{Vr})S}{q}$$

Con q si indica il fattore di struttura che, per le verifiche locali, può essere assunto direttamente uguale a 2.

Il rapporto fra tali quantità (l'accelerazione di attivazione ed il termine di confronto) definisce il fattore di sicurezza: quando i due termini sono uguali allora si ha lo stesso livello di sicurezza richiesto dalle NTC per l'adeguamento. In termini di fattore di sicurezza come percentuale di quanto richiesto per l'adeguamento si ha:

$$F.Sic.(%) = 100 \times \frac{a_0^*}{\frac{a_g(P_{Vr})S}{q}}$$

Sul termine di confronto $a_g (P_{Vr}) S$ valgono le considerazioni effettuate in precedenza e riferite alla verifica globale semplificata.

2.5 Verifica statica semplificata

Si tratta di una verifica convenzionale semplificata per carichi verticali sulle murature. Essa è stata elaborata a partire dal disposto del paragrafo 4.5.6.4 del D.M. 14.01.2008:

Per ogni piano dell'edificio in esame dovrà risultare:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq 0,65 \frac{f_m}{\gamma_M FC}$$

in cui:

- N è il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio corrispondente alla somma dei carichi permanenti e variabili (valutati ponendo $\gamma_G = \gamma_Q = 1$);
- A è l'area totale dei muri portanti allo stesso piano;
- f_m è la resistenza media a compressione della muratura;
- FC è il fattore di confidenza dipendente dal livello di conoscenza raggiunto.
- γ_M è il fattore di sicurezza sul materiale che potrà assumere il valore di 2.

Anche in questo caso il livello di sicurezza andrà espresso in termini percentuali tramite il fattore di sicurezza $F.Sic.$: quando la condizione di verifica per carichi verticali sarà rispettata col segno di uguaglianza si assumerà un livello di sicurezza del 100%. Si ha pertanto:

$$F.Sic.(%) = 100 \times \frac{\frac{f_m}{\gamma_M FC}}{\frac{N}{0,65A}}$$

3 LIVELLI DI CONOSCENZA PER LA QUALIFICAZIONE SISMICA E RESISTENZA DELLA MURATURA

La funzione dei livelli di conoscenza, differenziati in base all'approfondimento di rilievo e prove sui materiali, è la stessa prevista dalle NTC 2008, cioè definire dei coefficienti FC (fattori di confidenza) che dividono la τ_0 e la f_m utilizzate nelle verifiche numeriche globale e per carichi verticali ed il moltiplicatore di attivazione del meccanismo di collasso nelle verifiche locali con l'analisi limite.

Al fine di semplificare le procedure e di adattare il disposto normativo al contesto nel quale esso si applica (una procedura di qualificazione e non una valutazione di sicurezza ai sensi delle NTC 2008) le operazioni atte a raggiungere i livelli di sicurezza previsti dalle normative nazionali sono state semplificate rispetto a quanto previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda il rilievo, indipendentemente dal livello di conoscenza raggiunto, occorrerà conoscere le dimensioni di tutti i maschi murari e l'altezza dei piani.

Per quanto riguarda gli altri due aspetti, i dettagli costruttivi e la muratura (necessari anche per la compilazione della scheda di vulnerabilità), è stato introdotto il Livello di Conoscenza LC0, caratterizzato da una disponibilità di informazioni desunte da testimonianze dirette dei proprietari dell'immobile. A tale Livello di Conoscenza LC0 è associato un Fattore di Confidenza $FC = 2$.

Un'ulteriore modifica rispetto al dettato normativo riguarda la possibilità di accedere al Livello di Conoscenza LC2 senza effettuare prove sperimentali sulle murature ma semplicemente caratterizzandole tramite una dettagliata analisi della qualità muraria.

Un quadro sintetico delle operazioni necessarie per raggiungere i vari livelli di conoscenza è riportato in **tabella 2**.

Tabella 2. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza previsti per la qualificazione sismica

LC	Rilievi da svolgere	FC
LC0	Dettagli costruttivi. Da testimonianza diretta dei proprietari. Muratura. Informazioni sulle tipologie murarie ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione o da testimonianze dirette dei proprietari.	2
LC1	Dettagli costruttivi. Dall'analisi tipologica.	1,35

Muratura. Informazioni sulle tipologie murarie ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione o da testimonianze dirette dei proprietari. Almeno una tipologia muraria risulta osservabile e consente ipotesi ragionevoli ed in favore di sicurezza sulle altre tipologie murarie. Gli esami visivi sono condotti (se necessario) dopo la rimozione di una zona di intonaco di almeno 1m x 1m, al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita, eseguita preferibilmente in corrispondenza degli angoli, al fine di verificare anche le ammorsature tra le pareti murarie.

- LC2 Dettagli costruttivi. Dall'analisi tipologica sistematica (su tutta la struttura) 1,2
 Muratura. Informazioni sulle tipologie murarie ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione o da testimonianze dirette dei proprietari. Per ogni piano risulta valutabile in forma completa l'indice IQM almeno per la tipologia muraria prevalente. Al fine di valutare tale indice è obbligatorio conoscere la tessitura interna della muratura e la qualità della malta (quest'ultima anche in forma qualitativa).
- LC3 Dettagli costruttivi. Dall'analisi tipologica sistematica (su tutta la struttura) 1
 Muratura. Come da normativa del 2008 (si veda la Circolare 617, appendici, paragrafo C8A.1.A.3). Si ricorda che a tale livello di approfondimento sono necessarie prove sperimentali sulle murature.

Quando si è determinato il Fattore di Confidenza associato al livello di conoscenza conseguito sarà possibile procedere alla stima dei valori delle resistenze della muratura in modo da svolgere le verifiche numeriche descritte in precedenza.

I valori di resistenza media tangenziale τ_{0d} e la resistenza media a compressione f_d per la muratura esistente potranno essere adottati in accordo alle tabelle C8A.2.1 e C8A.2.2 della Circolare 617 del 2009. Per i livelli di conoscenza LC0 ed LC1 si assumeranno i valori minimi dell'intervallo suggerito in tabella; per il livello di conoscenza LC2 si assumeranno i valori medi del suddetto intervallo. Per il livello di conoscenza LC3 si adotteranno i valori sperimentali seguendo le NTC 2008.

Nel caso della verifica statica per azioni verticali la resistenza media a compressione f_d dovrà essere ulteriormente divisa per il coefficiente di sicurezza sui materiali $\gamma_M = 2$.

4 CLASSE DI CERTIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE SISMICA

Quando siano state svolte le operazioni di valutazione della vulnerabilità e di verifica semplificata dell'edificio, fatto salvo il caso della certificazione in A+, il tecnico rilevatore avrà a disposizione due esiti: uno riguardante le schede di vulnerabilità e l'altro riguardante le verifiche numeriche. Combinando tali due esiti secondo la figura 1 riportata sotto si perviene alla classe di qualificazione sismica per l'edificio.

Certificazione antisismica					
Valutazione sicurezza NTC 08 (SLV) con esito positivo					Classe A+
Qualificazione sismica					
Giudizio di vulnerabilità	Esito verifiche numeriche				
	>80%	80-60%	60-40%	40-20%	<20%
Vulnerabilità bassa	A	B1	B2	C1	D1
Vulnerabilità media	B1	B2	C1	C2	D2
Vulnerabilità alta	B2	C1	C2	D1	D3
Vulnerabilità altissima	C1	C2	D1	D2	E

Figura 1. Classi di qualificazione sismica

5 TEST SVOLTI PER VERIFICARE LA PROCEDURA

La procedura di certificazione e qualificazione sismica illustrata è stata applicata ad una serie di edifici di varie tipologie.

I test svolti per la qualificazione sismica sono stati in tutto 36 su 33 edifici e sono così suddivisi:

- 10 test su edifici scolastici in muratura siti nel territorio comunale di Perugia. Tali test sono stati condotti da ingegneri che non si erano occupati in precedenza di tali edifici. Per ogni struttura scolastica erano disponibili le schede ed i calcoli in analisi pushover e le verifiche fuori piano ai sensi delle NTC 2008 nell'ambito di quanto disposto dall'O.P.C.M. 3274 del 2003 "verifiche su edifici strategici e rilevanti".
- 6 test su 3 edifici di civile abitazione danneggiati dal sisma del 1997 svolti allo stato ante sisma e post intervento di consolidamento. Grazie a tali test è stato possibile cogliere gli effetti degli interventi di miglioramento sismico sulla classe di qualificazione degli edifici.
- 6 test su edifici ordinari di civile abitazione.
- 4 test su edifici di grande estensione o in agglomerato.
- 10 test su edifici di varia tipologia per i quali è stata svolta anche la verifica completa con analisi pushover in base alle NTC 2008.



Figura 2. Uno degli edifici in agglomerato su cui è stata testata la procedura di qualificazione sismica.



Figura 3. Uno degli edifici ordinari su cui è stata testata la procedura di qualificazione sismica.

I test hanno consentito di calibrare e migliorare la procedura di qualificazione sotto molteplici aspetti e hanno permesso una stima dei tempi necessari per svolgere la qualificazione.

In primo luogo si sono voluti acquisire il parere ed i suggerimenti di chi dovrà utilizzare lo strumento che si sta mettendo a punto: tutti gli edifici di prova sono edifici realmente esistenti e lo svolgimento delle procedure di qualificazione è stato affidato a liberi professionisti. In 16 casi (con l'esclusione delle scuole) gli edifici oggetto dei test erano stati rilevati dagli stessi progettisti che, pertanto, ne conoscevano bene le caratteristiche e così hanno potuto allineare i risultati della qualificazione alla loro impressione tecnica sul campo e, in molti casi, anche ai risultati numerici di analisi svolte con le NTC 2008. Rispetto alla stesura originale del protocollo di certificazione e qualificazione sono state eseguite numerose ed importanti modifiche frutto dei suggerimenti operativi pervenuti da parte del mondo dei professionisti. Ciò che viene illustrato in questo scritto è il frutto anche di tali suggerimenti.

In particolare il coefficiente r è stato calibrato minimizzando le differenze fra il fattore di sicurezza della verifica semplificata globale e lo stesso fattore di sicurezza ottenuto da analisi pushover.

Inoltre le classi di qualificazione sismica ottenute con il protocollo illustrato per i 36 edifici esaminati sono risultate coerenti sia con l'impressione degli stessi tecnici circa la vulnerabilità sismica degli edifici analizzati sia in una valutazione di tipo comparativo fra gli stessi edifici.

Per quanto riguarda gli effetti degli interventi di consolidamento antisismico sugli edifici si può affermare che nei tre edifici il cui test ha riguardato tale specifico aspetto, essi sono tenuti in conto con aumenti nella classe di qualificazione dovuti sostanzialmente alla rimozione di carenze strutturali emerse nella scheda di vulnerabilità.

Una ulteriore finalità dei test è stata la valutazione dei tempi necessari per pervenire alla classe di qualificazione degli edifici. L'obiettivo era quello di realizzare una procedura sufficientemente rigorosa in termini di rilievo dei dettagli strutturali e vulnerabilità, che tenesse conto della pericolosità sismica e della classe d'uso dell'edificio in modo compatibile con le NTC 2008, che fornisse anche un risultato numerico

ed una classe di qualificazione ma che non richiedesse un onere lavorativo superiore ai tre giorni ad uno studio tecnico di medie dimensioni.

Grazie ai test sulle 10 scuole, svolti da personale tecnico che non si era mai occupato in precedenza degli edifici in esame, in modo da non falsare con la preventiva conoscenza dell'edificio l'effettivo onere temporale della procedura, si è potuto constatare il seguente impegno: una giornata di lavoro per due ingegneri consente il rilievo dei dettagli costruttivi di un edificio anche complesso ed il completamento dell'intera procedura di qualificazione sismica. Tali tempi prescindono dal rilievo geometrico, stimabile in uno o due giorni al massimo.

n.	Denominazione ed FG (scuole)	Pushover (globale)	FG (globale)	FS (statica)	FL (locale)	Vulnerab. (scheda)	Classe di Qualificazi	Rapporto FG P/FG	Coeff. (terreno)	S Tipologia	n. piani
1	elementare MB	38	36	332	>	bassa	C1	1,06	1,92	sol.rig.	1piano
2	materna MB	21	22	108	>	bassa	C1	0,95	1,4	sol.def.	2piani
3	materna SMR	75	97,5	643	254	media	B1	0,77	1,406	sol.rig.	1piano
4	elementare SMR	109	100,5	430	262	bassa	A	1,08	1,406	sol.rig.	1piano
5	elementare MLG	78	26	354	>	media	C2	3,00	1,44	sol.rig.	2piani
6	Materna PR	51	42	151	>	Alta	C2	1,21	1,2	sol.rig.	2piani
7	Materna FDC	95	91,5	259	>	Bassa	A	1,04	1	sol.rig.	1piano
8	Materna SE	48	48	239	152	Alta	C2	1,00	1,42	sol.rig.	2piani
9	Materna CB	44	44	218	>	Bassa	B2	1,00	2,08	sol.rig.	3piani
10	Asilo nido CO	60	26	166	>	Bassa	C1	2,31	1,8	sol.def.	3piani

Figura 4. Risultati dei test su dieci scuole nel territorio comunale di Perugia

n.	Den. edificio e s attuale o proge	FG (globale)	FS (statica)	FL (locale)	Vulnerabilit (scheda)	Classe di Qualificazi	Coeff. (terreno)	S Tipologia	n. piani
11	D. stato attuale	36	183	298	Altissima	D2	1,56	sol.rig.	3piani
12	D. stato progetto	42	244	298	Bassa	B2	1,56	sol.rig.	3piani
13	G. stato attuale	68	235	39	Altissima	D2	1,2	sol.def.	3piani
14	G. stato progetto	76	276	420	Bassa	B1	1,2	sol.rig.	3piani
20	CC stato attuale	54	220	51	alta	C2	1,5		3piani
21	CC stato progetto	54	220		media	C1	1,5		3piani

Figura 5. Risultati dei test su edifici consolidati dopo il sisma del 1997

n.	Denom. edificio (estesi)	FG (globale)	FS (statica)	FL (locale)	Vulnerabilit (scheda)	Classe di Qualificazi	Coeff. (terreno)	S Tipologia	n. piani
15	P. Edificio A	4	60	47	Altissima	E	1,18	sol.def.	>3piani
16	P. Edificio B	20	106	51	Altissima	D2	1,18	sol.def.	2piani
18	Edificio Via V.	14	183	39	Altissima	E	1,2	sol.def.	>3piani
19	Edificio L. L.	8			Altissima	E		sol.def.	>3piani

Figura 6. Risultati dei test su edifici estesi ed in agglomerato

n.	Denominazione e	FG (globale)	FS (statica)	FL (locale)	Vulnerabilit (scheda)	Classe di Qualificazi	Coeff. (terreno)	S Tipologia	n. piani
17	Edificio S.	72	224		Altissima	C2	1,2		2piani
22	Nuovo DM 96	290	682		media	B1	1,44		3piani
23	B.M. Collescipoli	86	464		alta	B2	1,46		2piani
24	B. M. Fornole	112	325		media	B1	1,1		3piani
25	A. G. Bevagna	166	777	77	bassa	B1	1,39		2piani
26	A. G. - Sterpete	44	217		Altissima	D2	1,6	sol.def.	2piani

Figura 7. Risultati dei test su edifici ordinari

N.	Tipo	Sito	C/Q		NTC '08 C/Q		NTC '08 C/Q		NTC '08 C/Q		Suolo	C/Q
			FS stat	FS stat	FS glob	FS glob (PGA)	FS loc	FS loc (PGA)	Classe	S		
1	abitazione	Selci Lama (CdC)	1683,7	VV	453,6	1,67	1441,9	VV	A	1,37	bassa	
2	abitazione	Strozzacapponi (PG)	675,8	1,04	137,5	1,15	243,1	1,04	A	1,47	bassa	
3	scuola	Olmo (PG)	102,2	NNV	35,3	0,698	200,1	1,06	D2	1	altissima	
4	scuola	Olmo (PG)	101,9	NNV	36,6	0,719	279,7	1,241	D2	1	altissima	
5	produttivo	Norcia	1383,6	VV	215,6	1,364	246,5	VV	A	1,336	bassa	
6	abitazione	S. Angelo Celle (Deruta)	545,3	VV	291,1	1,6	394,7	VV	A	1,45	bassa	
7	abitazione	Pianello (PG)	1267,4	VV	390,3	1,575	269	VV	A	1,416	bassa	
8	abitazione	Marsciano	878,1	1,317	236,8	1,613	497,4	VV	A	1,2	bassa	
9	abitazione	Foligno	133,6	NV	40,7	0,487	31,5	0,539	D1	1,46	alta	
10	sanitario	Foligno	285,1	V	50,7	0,815	86,4	0,759	C1	1,14	media	

Figura 8. Risultati dei test su 10 edifici valutati anche con analisi pushover

6 STRUMENTI DISPONIBILI

La procedura di qualificazione sismica è stata resa più semplice e speditiva grazie ad alcuni strumenti di seguito illustrati in maniera sintetica.

In primo luogo è stato implementato un foglio di calcolo che, una volta inseriti i dati di input richiesti, conduce alla classe di qualificazione sismica per l'edificio in esame. Nella **figura 9** si riporta la prima videata del foglio di calcolo che sintetizza i principali risultati della qualificazione sismica dell'edificio in esame.

Per la ricognizione degli elementi di vulnerabilità è stata predisposta una scheda costituita da un solo foglio formato A4 da compilare solo sulla facciata principale. Nella facciata posteriore sono sintetizzate alcune istruzioni per il suo corretto utilizzo.

Inoltre si è cercato di omogeneizzare il giudizio di tecnici diversi sugli elementi di vulnerabilità mediante la redazione di istruzioni dettagliate da leggere prima di svolgere la procedura di qualificazione.

Infine, per quanto riguarda l'aspetto di maggior rilevanza, ossia la valutazione della qualità muraria, è possibile riferirsi ad una serie di trenta tipologie murarie caratteristiche dell'Umbria che sono state descritte dettagliatamente in alcune schede.



Qualificazione sismica degli edifici. Sintesi dei risultati.

Comune: Perugia		Scheda num. 2	
Indirizzo Unità Strutturale: via Garibaldi, 28			
Denominazione Unità Strutturale: edificio X			
Coordinate:	LON: 12.3881	LAT: 43.1122	
Rilevatore: Mario Rossi	Data: 02.12.2010		

RIEPILOGO VERIFICHE NUMERICHE

1 Verifica globale:	FG _{sic} [%]=	43.3
2 Verifica statica:	FS _{sic} [%]=	352.4
3.1 Verifica locale n. 1 (generico):	FL1 _{sic} [%]=	
3.2 Verifica locale n. 2 (generico):	FL2 _{sic} [%]=	
3.3 Verifica locale n. 3 (ribaltamento):	FL3 _{sic} [%]=	
3.4 Verifica locale n. 4 (prefflex vert.):	FL4 _{sic} [%]=	193.8
3.5 Verifica locale n. 5 (rib. cuneo):	FL5 _{sic} [%]=	

VERIFICHE NUMERICHE F(G,S,L)_{sic} [%] 43.3

Foglio di calcolo elettronico Excel 2007.
Non digitare nelle celle contenenti formule o risultati.
Seguire la legenda seguente per l'inserimento dei dati:

dati di input
formule
risultati e giudizi

RIEPILOGO VULNERABILITA'

1 Stato di conservazione	bassa
2 Qualità muraria	bassa
3 Collegamenti	media
4 Solai e copertura	bassa
5 Regolarità strutturale	bassa
6 agglomerato o schiera	bassa
7 Regolarità in elevazione	bassa
8 Fondazioni e terreno	altissima
9 Carenze strutturali locali	media
10 Elementi non strutturali vulnerabili	bassa

GIUDIZIO DI VULNERABILITA' altissima

Globale + Statica

Scheda vulnerabilità

Mecc.1 (generico)

Mecc.2 (generico)

Mecc.3 (ribaltamento)

Mecc.4 (prefflex)

Mecc.5 (cuneo)

Esito verifiche numeriche					
Giudizio di vulnerabilità	>100%	100-80%	80-65%	65-50%	<50%
Vulnerabilità bassa	A	B1	B2	C1	D1
Vulnerabilità media	B1	B2	C1	C2	D2
Vulnerabilità alta	B2	C1	C2	D1	D3
Vulnerabilità altissima	C1	C2	D1	D2	E

CLASSE DI QUALIFICAZIONE ANTISISMICA D1

Figura 9. Prima videata del foglio di calcolo per la Qualificazione Sismica.

7 LE VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA URBANA

Fra le possibili applicazioni della certificazione e qualificazione sismica ve n'è una che appare particolarmente opportuna e immediatamente praticabile e riguarda la possibilità di tracciare scenari di danneggiamento sismico che consentano la definizione della vulnerabilità sismica urbana da un punto di vista quantitativo.

Tali problematiche sono state affrontate con un approccio decisamente innovativo da un gruppo di lavoro istituito nel 2010 dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il gruppo di lavoro nell'aprile del 2012 ha portato a compimento la redazione dello "Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici". Lo scopo di questo lavoro era quello di effettuare una ricognizione della possibilità di applicare la normativa sismica vigente ai centri storici urbani al fine di valutarne, anche numericamente, il livello di vulnerabilità (o, più propriamente, di rischio sismico) e di fornire strumenti per decidere le politiche di intervento più adeguate. In ottica futura l'obiettivo è quello di redigere a tale scopo apposite linee guida.

Il nodo centrale del problema è dato dalla necessità di contemperare le esigenze di sicurezza, intesa come tutela dell'incolumità in particolare sotto il profilo sismico, con quelle di sostenibilità ambientale degli interventi, sia in relazione al loro impatto sociale ed economico sia dal punto di vista della conservazione.

Infatti, la salvaguardia del patrimonio edilizio ed urbano di valore storico e documentario non può prescindere dal tema della messa in sicurezza dei centri storici che, anche se non vincolati in maniera specifica, sono comunque, nel loro insieme, da intendersi come "beni culturali estesi".

Inoltre, il tema della messa in sicurezza dei centri storici - che molto spesso risultano ad elevata esposizione in quanto ospitano consistenti nuclei di popolazione residente e funzioni di grande rilevanza anche strategica - si presenta con tutta la sua drammatica impellenza, dal momento che i centri storici, come tutti gli eventi sismici hanno dimostrato fino al recente terremoto dell'Aquila o a quello dell'Emilia Romagna, sono quasi sempre le parti del tessuto urbano che subiscono i maggiori danni.

Dal punto di vista concreto uno degli obiettivi che dovrebbero essere conseguiti è stimolare una politica di prevenzione sismica attiva a livello di insediamenti storici, concepiti nel loro insieme morfologico e funzionale come componente vitale dei centri urbani attraverso la definizione di politiche di intervento e di incentivazione all'intervento (contributi economici, "premi" urbanistici e simili) e promuovendo il rapporto Pubblico/Privato per eseguire gli interventi.

8 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA URBANA

Finora la vulnerabilità sismica di un sistema urbano è stata sempre intesa come la suscettività al danneggiamento fisico e alla perdita di organizzazione e di funzionalità a causa del sisma. Tale definizione, molto generica, insieme alla complessità indubbia del problema, ha portato quasi sempre a risultati di carattere qualitativo ed a scenari incerti. La conseguenza è stata quasi sempre una sorta di incomunicabilità fra le due discipline dell'urbanistica e dell'ingegneria strutturale.

L'idea innovativa del gruppo di lavoro del Consiglio Superiore dei LL. PP. è stata quella di operare una lettura in chiave urbana delle NTC 2008 (per loro natura operative e quantitative). Ciò ha consentito di mettere a punto una procedura operativa in grado di tratteggiare uno scenario di danno del centro urbano a seguito di un dato terremoto (operazione già nota agli ingegneri strutturisti) e, partendo da tale scenario di danno, di svolgere valutazioni sulla tenuta complessiva dell'insediamento storico e delle sue principali funzioni a livello urbano. La procedura si sviluppa nei seguenti passi.

1) Il primo passo è la definizione dell'insediamento storico (IS) come oggetto delle valutazioni di vulnerabilità. Il concetto basilare è che l'IS non è da considerarsi come somma di edifici da tutelare (come sinora ritenuto nell'ambito dell'ingegneria strutturale) bensì come insediamenti e strutture urbane complessi e mutevoli nel tempo da tutelare e da valorizzare (edifici, strade, piazze, giardini, rapporto con caratteristiche orografiche quali mare, fiume, lago, collina, etc...) e, soprattutto, come insieme di sistemi funzionali (commercio, servizi, scuole, turismo, residenziale, alberghiero, etc...).

2) In analogia con quanto le NTC 2008 prevedono per le costruzioni si è quindi proceduto a definire due stati limite accettabili a livello di sistemi urbani e loro funzionalità attesa dopo un sisma di una data entità. Nello specifico i due stati limite per l'insediamento urbano sono i seguenti:

Stato limite di salvaguardia della vita per l'insediamento storico nel suo complesso (SLVis).

Dopo un sisma che ha probabilità di superamento del 10% durante la vita di riferimento dell'IS si verifica la seguente situazione: "a seguito di terremoto (raro e forte) il centro storico nel suo complesso

subisce danni fisici e funzionali tali da non garantire più, in totale o in alcune sue parti, lo svolgimento delle funzioni urbane, ad esclusione delle funzioni strategiche localizzate nell'insediamento storico, del relativo sistema di accessibilità, dei relativi approvvigionamenti energetici e idrici. L'insieme delle costruzioni con usi diversi da quelli strategici conserva una parte della resistenza e rigidità per le azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali."

Stato limite di danno per l'insediamento storico nel suo complesso (SLDis).

Dopo un sisma che ha probabilità di superamento del 63% durante la vita di riferimento dell'IS si verifica la seguente situazione: "a seguito del terremoto (frequente), l'insediamento storico nel suo complesso subisce danni fisici e funzionali a edifici, manufatti e reti tali da non mettere a rischio gli utenti, da consentire la recuperabilità degli aspetti morfologici, costruttivi e della sostanza materica dei manufatti storici e inoltre tali da non compromettere significativamente il mantenimento in uso delle funzioni urbane strategiche, della prevalenza delle attività ordinarie, comprese quelle residenziali, delle connessioni interne al centro storico e tra il centro storico e la città, anche se con parziali interruzioni d'uso ovvero riduzioni di modesta entità dei livelli di prestazione funzionale".

3) Tali stati limite devono poi essere particolarizzati fino al livello quantitativo ed adeguato alla particolare situazione in esame (ad es. in termini di percentuale di edifici per tipologia che dovranno essere agibili dopo il sisma). Ciò è compito della disciplina urbanistica che provvederà a definire operativamente sia i sistemi funzionali dell'IS sia le condizioni minime di operatività di tali sistemi.

4) Successivamente l'ingegnere strutturista opera l'analisi semi-quantitativa di vulnerabilità delle costruzioni dell'insediamento storico grazie a metodi speditivi ma comunque quantitativi e il cui risultato sia correlabile con la massima PGA sostenibile dall'edificio analizzato (naturalmente nell'ambito di un campione statistico e non col significato di verifica di sicurezza del singolo edificio). A tal proposito lo Studio Propedeutico demanda gli strumenti tecnici operativi alle singole Regioni ma cita come valido esempio la procedura di Certificazione/Qualificazione Sismica degli edifici messa a punto dagli Autori del presente articolo.

5) L'ultimo passo della procedura è opera dell'urbanista, al quale l'ingegnere strutturista ha consegnato lo scenario di danno per il sisma previsto in corrispondenza dei due stati limite di danno e di salvaguardia della vita. L'urbanista avrà qui la possibilità di valutare le conseguenze del sisma sui vari sistemi funzionali dell'IS, in base ai criteri da egli stesso messi a punto al passo 3.

9 IPOTESI DI APPLICAZIONE DELLE VERIFICHE SLD E SLV PER GLI INSEDIAMENTI STORICI

In questo paragrafo si illustra un primo esempio di applicazione delle verifiche SLDIs ed SLVIs con la finalità di valutare eventuali difficoltà procedurali e risultati conseguibili per l'applicazione del protocollo di Certificazione e Qualificazione Sismica alle verifiche di vulnerabilità urbana. Poiché si tratta di un esempio preliminare per meglio illustrare la procedura proposta e senza scopi di ricerca si è pensato, per adesso, di ricorrere a dati già disponibili per un piccolo centro abitato distrutto dal sisma dell'Abruzzo nel 2009. Dunque le considerazioni che seguono in gran parte si basano su ipotesi e supposizioni e sono riferite all'Insediamento Storico di Onna (AQ) rilevato ed analizzato dettagliatamente in un interessante lavoro del Servizio Controllo Costruzioni della Provincia di Perugia.

Le mappe di vulnerabilità di Onna furono costruite immediatamente dopo il sisma dai tecnici della Provincia di Perugia e pertanto esse derivano da un metodo speditivo e non dall'esito di una Qualificazione Sismica, all'epoca ancora non disponibile. Tuttavia i risultati della valutazione speditiva di vulnerabilità di Onna sono espressi mediante una classe di vulnerabilità da A ad E attribuita ad ogni unità strutturale del centro abitato, pertanto dal punto di vista formale ci si trova con materiale del tutto simile a quello ottenibile con la procedura di Certificazione e Qualificazione Sismica (figura 10).

La differenza fra i due metodi sta nella corrispondenza fra classi di vulnerabilità e massima PGA sostenibile che, nel caso della Certificazione e Qualificazione Sismica può essere stimato con ragionevole precisione. Per quanto detto, nell'esempio si supporrà che l'analisi di vulnerabilità sia stata condotta con lo strumento della Certificazione/Qualificazione Sismica (come è suggerito in questo articolo) e che pertanto sia facilmente associabile ad ogni classe di vulnerabilità una massima PGA sostenibile dall'edificio (figura 11).

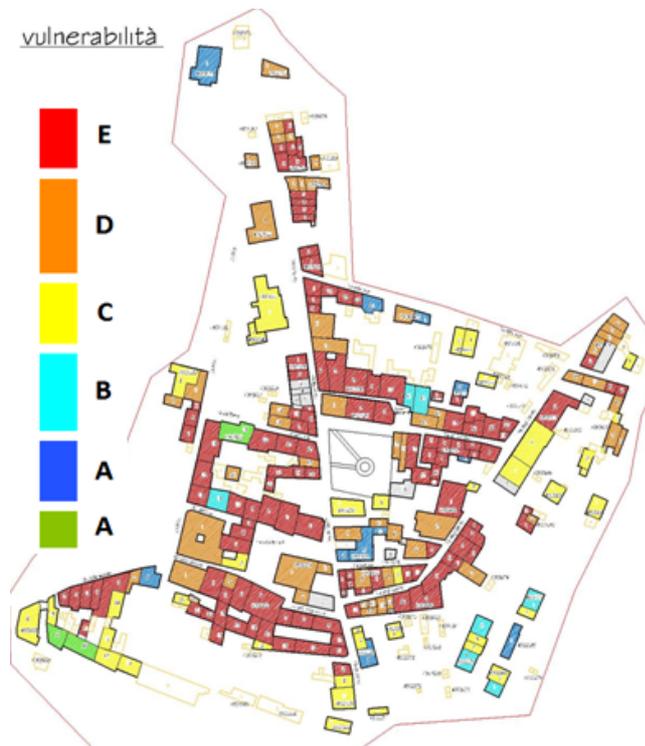


Figura 10. Mappa di vulnerabilità di Onna (Servizio Controllo Costruzioni, Provincia di Perugia).

Classe di vulnerabilità	Massima PGA sostenibile
A	> 0,25
B	0,25
C	0,20
D	0,15
E	< 0,15

Figura 11. Ipotesi di correlazione fra vulnerabilità e PGA.

Bisogna inoltre supporre che siano disponibili le mappe di vulnerabilità degli aggregati suddivisi in US (nella realtà erano disponibili solo le mappe degli aggregati).

Si supporrà anche che il Comune dell'Aquila abbia deliberato le "vie principali" dell'abitato di Onna (vedere figura 12).



Figura 12. Mappa di vulnerabilità con indicazione della viabilità principale (rielaborazione da Servizio Controllo Costruzioni, Provincia di Perugia).

Si ipotizza inoltre che la Regione Abruzzo o l'Ente a questo deputato abbia deliberato di svolgere le verifiche di vulnerabilità urbana per una vita di riferimento V_r di 30 anni (scelta motivata da considerazioni di carattere economico e sociale). Sotto quest'ultima ipotesi il periodo di ritorno T_r del sisma per $V_r = 30$ anni nei due stati limite considerati è rispettivamente:

SLDis $\rightarrow T_r = 30$ anni (probabilità di superamento del 63% in 30 anni)

SLVis $\rightarrow T_r = 261$ anni (probabilità di superamento del 10% in 30 anni)

A tali valori di T_r corrispondono, in base alla mappa sismica delle NTC 2008, le seguenti accelerazioni a_g su roccia e sito pianeggiante:

$$SLDis \rightarrow a_g = 0,079g$$

$$SLVis \rightarrow a_g = 0,210g$$

Occorre considerare l'amplificazione di sito. Per Onna da studi di microzonazione risulta: $S = 1,8$, dunque la PGA di riferimento nei due stati limite risulta:

$$SLDis \rightarrow PGArif = 0,079 \times 1,8 = 0,142g$$

$$SLVis \rightarrow PGArif = 0,210 \times 1,8 = 0,378g$$

A seguito di analisi urbane per l'insediamento storico sono stati definiti i seguenti sistemi funzionali:

1. Sistema residenziale. Costruzioni con finalità abitativa (si potrebbe distinguere fra abitazioni occupate e non occupate - le seconde case - ma qui per semplicità non si farà).
2. Sistema viario. È costituito dalle strade principali individuate in precedenza (se ci fossero le mura si dovrebbe anche considerare il sistema degli accessi).
3. Sistema turistico-ricettivo. È costituito da alberghi, pensioni, bed and breakfast (ce n'è solo uno ad Onna).
4. Sistema scolastico. È costituito da tutti gli edifici scolastici (ce n'è solo uno ad Onna ed è un asilo).
5. Sistema dei servizi. Edifici che offrono servizi alla cittadinanza. Data l'esiguità del centro abitato qui si considerano tre edifici: la chiesa, il centro per anziani e l'ufficio postale.
6. Sistema attività produttive. Ad Onna una parte della popolazione lavora a L'Aquila e un'altra parte è dedita a pastorizia o attività agricole. Le stalle sono fuori dal centro abitato. Il sistema produttivo dunque si considera costituito dai soli edifici destinati ad attività di rimessa agricola.

A seguito di valutazioni di tipo urbano si è pervenuti a quantificare gli stati limite di danno e di salvaguardia della vita per l'insediamento storico come definiti di seguito.

SLDis. Per un sisma con $PGArif=0,142g$

1. Sistema residenziale

Si accetta il 5% di edifici residenziali inagibili

2. Sistema viario

Si accetta il 10% di costruzioni inagibili fra quelle prospettanti su viabilità principale

3. Sistema turistico-ricettivo

Si accetta il 5% di edifici ricettivi inagibili

4. Sistema scolastico

Si accetta il 5% di edifici scolastici inagibili

5. Sistema dei servizi

Si accetta il 5% di edifici per servizi inagibili

6. Sistema attività produttive

Si accetta il 10% di edifici produttivi inagibili

SLVis. Per un sisma con $PGArif = 0,378g$

1. Sistema residenziale

Si accetta il 50% di edifici residenziali inagibili

2. Sistema viario

Si accetta il 30% di costruzioni inagibili fra quelle prospettanti su viabilità principale

3. Sistema turistico-ricettivo

Si accetta il 50% di edifici ricettivi inagibili

4. Sistema scolastico

Si accetta il 30% di edifici scolastici inagibili

5. Sistema dei servizi

Si accetta il 50% di edifici per servizi inagibili

6. Sistema attività produttive

Si accetta il 50% di edifici produttivi inagibili

Di seguito si riportano, per brevità, solo gli esempi relativi alle verifiche urbane di vulnerabilità di due dei sei sistemi funzionali individuati, quello della viabilità e quello dei servizi.

Sistema della viabilità

Verifica SLD_{Dis} (PGArif = 0,142g)

In base a quanto definito nella fase precedente per lo stato di danno di tale funzione si accetta il 10% di costruzioni inagibili fra quelle prospettanti su viabilità principale. Poiché il sisma allo SLD causa una PGA al suolo di 0,142g ne consegue che, nel peggiore dei casi, solo le costruzioni in classe E (PGA massima sostenibile = 0,15g) saranno inagibili dopo un sisma di tale entità, mentre le costruzioni in classe di vulnerabilità D, C, B ed A, di migliore qualità, resisteranno al sisma (nell'accezione probabilistica di tale affermazione).

Dunque la condizione di verifica SLD_{Dis} per la funzione viabilità si traduce nel controllare che non più del 10% delle costruzioni prospettanti su vie principali ricada in classe E.

Verifica SLV_{Vis} (PGArif = 0,378g)

In base a quanto definito nella fase precedente per lo stato limite SLV di tale funzione si accetta il 30% di costruzioni inagibili fra quelle prospettanti su viabilità principale. Ragionando come nel caso precedente e tenendo conto che il sisma di riferimento allo SLV per il sito di Onna produce una accelerazione al suolo PGA di 0.378g e che le uniche costruzioni in grado di resistere a tale azione sono quelle in classe A (e non è neanche detto perché esse resistono a PGA superiori a 0.25g. Tale incertezza non ci sarebbe con la Certificazione/Qualificazione Sismica che fornisce la PGA sostenibile in forma numerica). Se ne deduce che se almeno il 70% delle costruzioni prospettanti su vie principali non è in classe A allora la verifica SLV_{Vis} non è soddisfatta.

Osservando la mappa in **figura 13** è evidente che sia la verifica SLV_{Vis} che quella SLD_{Dis} per il sistema funzionale della viabilità non sono soddisfatte.

Sistema dei servizi

Fra i servizi è possibile considerare 3 edifici: la chiesa, il centro per anziani e l'ufficio postale, evidenziati in **figura 14** e tutti in classe di vulnerabilità D.

Verifica SLD_{Dis} (PGArif = 0,142g)

Si accetta il 5% di costruzioni per servizi inagibili.

Data l'intensità del sisma allo SLD tale verifica risulta soddisfatta se non più del 5% delle costruzioni adibite a servizi ricade in classe di vulnerabilità E.

Poiché tutte le costruzioni adibite a servizi sono in classe D se ne deduce che la verifica SLD_{Dis} per il sistema funzionale dei servizi è soddisfatta in quanto in base alle ipotesi illustrate gli edifici in classe D sopportano una PGA di 0,15g.

Verifica SLV_{Vis} (PGArif = 0,378g)

Per il sisma dello SLV si accetta che il 50% di costruzioni adibite a servizi sia inagibile.

Poiché tutte le costruzioni adibite a servizi ricadono in classe D (massima PGA sostenibile di 0,15g) se ne deduce che la verifica SLV_{Vis} per il sistema funzionale dei servizi non è soddisfatta.

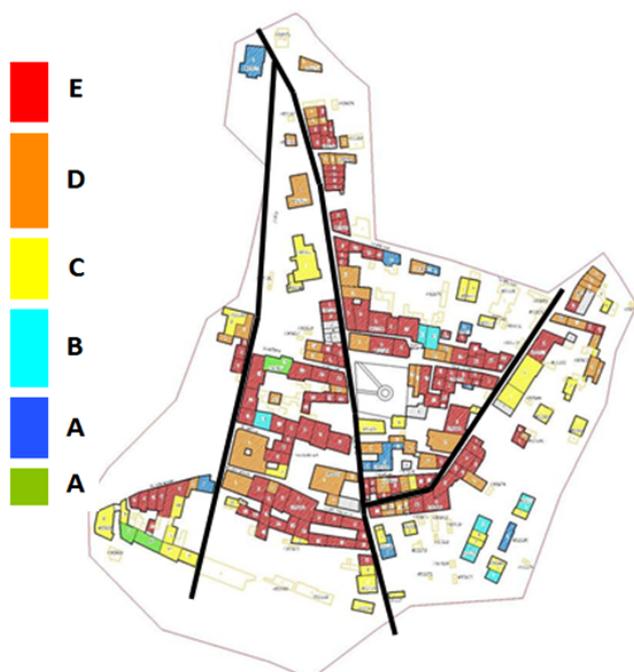


Figura 13. Verifica di vulnerabilità sismica del sistema viario (rielaborazione da Servizio Controllo Costruzioni, Provincia di Perugia).

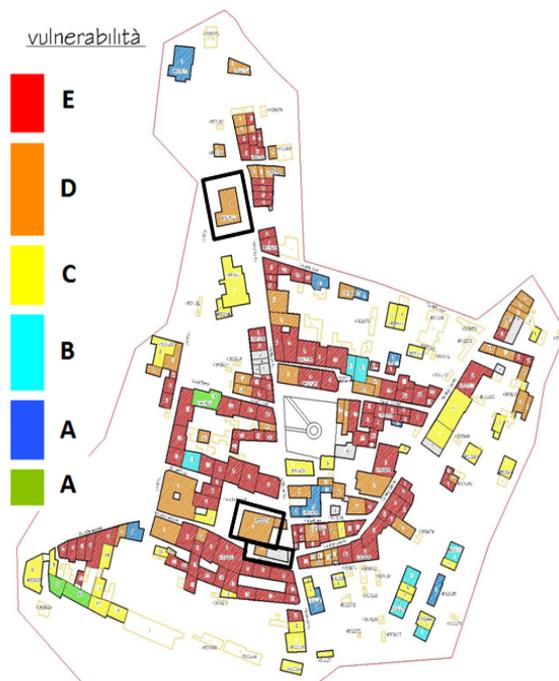


Figura 14. Verifica di vulnerabilità del sistema dei servizi (rielaborazione da Servizio Controllo Costruzioni, Provincia di Perugia).

Per brevità non si riportano tutte le verifiche SLV_{is} ed SLD_{is} per l'abitato di Onna. In sintesi si può affermare che lo stato limite SLV_{is} non risulta soddisfatto per tutti i sistemi funzionali individuati mentre lo stato limite SLD_{is} non risulta soddisfatto solo per le funzioni abitativa e viaria, quasi a sottolineare la precarietà dell'edificato ordinario di Onna.

Tali risultati sono coerenti col gravissimo stato di danneggiamento che si è verificato dopo il sisma del 2009, seppure l'accelerazione prodotta da quel sisma è stata stimata essere più elevata di quanto qui considerato per lo SLV_{is}.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La procedura speditiva e convenzionale di qualificazione sismica per edifici in muratura si presta a molteplici utilizzi. In particolare qui si ricordano:

- finalità di protezione civile; in particolare la costruzione di scenari di danno poiché, oltre alla classe di qualificazione, uno dei risultati della procedura è una PGA sostenibile che, certo, è convenzionale, ma alla scala di quartiere o di centro urbano può costituire un passo in avanti rispetto ai dati di vulnerabilità sismica attualmente disponibili nella maggior parte dei centri storici italiani.
- La classe sismica potrebbe costituire uno stimolo alla realizzazione di interventi di edilizia antisismica se essa fosse esplicitata nei contratti di compravendita; similmente al caso della classificazione energetica essa potrebbe avere influenza sul valore di un immobile e quindi indurre azioni autonome di prevenzione.
- Per mezzo della sistematica qualificazione sismica degli edifici sarebbe relativamente speditivo ottenere un "catasto strutturale delle costruzioni" che avrebbe indubbia utilità per le amministrazioni deputate alla gestione del rischio sismico in centri abitati.
- In una prospettiva futura, chissà quanto ancora lontana in Italia, la classe di qualificazione sismica potrebbe essere correlata ad una politica di assicurazione degli edifici in caso di sisma.
- La classe di qualificazione può costituire il parametro di riferimento (o uno dei parametri di riferimento) per la definizione di scale di priorità per interventi pubblici e finanziamenti di interventi di ristrutturazione in chiave antisismica.
- Alla scala del singolo edificio la classe di qualificazione sismica può essere un riferimento per una prima valutazione di sicurezza di tipo speditivo.

- Nella pianificazione di tipo urbanistico da parte dei Comuni è di grande utilità la conoscenza della risposta sismica di un sistema urbano nel suo complesso.

In particolare, per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, è stata approfondita sino al livello operativo l'ipotesi di utilizzare il protocollo di Certificazione e Qualificazione Sismica come strumento per l'esecuzione delle verifiche di vulnerabilità urbana previste dallo Studio Preliminare del Consiglio Superiore dei LL.PP. Tale ipotesi sembra percorribile ed opportuna.

I principali aspetti positivi di questa procedura sono di seguito elencati:

- è possibile uscire dall'indeterminatezza di analisi urbane totalmente qualitative o limitate ad una raccolta dati per attribuire un significato prestazionale e quantificabile all'esito della verifica urbana
- i risultati in forma di mappe tematiche consentono con immediato colpo d'occhio di cogliere le criticità del sistema urbano sottoposto al sisma in modo tale da ipotizzare ragionevolmente su quali edifici e situazioni intervenire per mitigare efficacemente il rischio sistemico;
- il livello non banale dell'approfondimento ingegneristico-strutturale applicato a questo tipo di analisi urbana consente di cogliere a scala di aggregato quali sono le carenze e gli elementi di maggior vulnerabilità delle singole costruzioni. Risulta quindi possibile addirittura ipotizzare l'intervento strutturale in grado di risolvere le problematiche dell'edificio.

11 RINGRAZIAMENTI

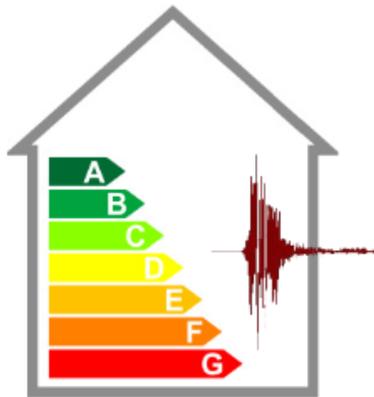
Gli autori desiderano ringraziare per il loro contributo agli studi sulla Certificazione e Qualificazione Sismica: la Regione dell'Umbria (per la quale e con la quale è stata svolta la ricerca che ha condotto alla metodologia qui presentata), il Comune di Perugia, l'Ordine degli Ingegneri di Perugia, l'Ordine degli Ingegneri di Terni, l'Ordine degli Architetti di Perugia, l'Ordine degli Architetti di Terni, l'Ing. Marco Balducci, l'Ing. Francesco Bartocci, l'Ing. Monia Benincasa, l'Ing. Alberto Boria, l'Ing. Cesare Corneli, Ing. Sandro Costantini, l'Ing. Andrea Galli, l'Ing. Andrea Giannantoni, l'Ing. Luca Leonardi, il Dott. Federico Marani, l'Ing. Fabrizio Menghini, l'Ing. Franco Merlini, l'Ing. Andrea Pellegrini, l'Ing. Leonardo Rossi, l'Ing. Riccardo Savelli, l'Ing. Riccardo Vetturini, l'Ing. Matteo Vinti.

REFERENCES

- AA.VV., 2002. Studio sulla vulnerabilità sismica e proposta di interventi per un centro storico attraverso l'indagine tipologica e l'utilizzo di un database georeferenziati. Ed. Petrucci, Città di Castello.
- AA.VV., Microzonazione sismica di Onna. Allegato F. Onna prima e dopo il terremoto del 6 Aprile 2009: una ricognizione del danno. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile. Reperibile sul sito internet del Servizio Controllo Costruzioni della Provincia di Perugia <http://www.provincia.perugia.it/guidetematiche/sicurezza/prevenzione/controllocostruzioni>
- AA.VV., Borri, A. (direttore scientifico), 2011. Manuale delle Murature Storiche. DEI Tipografia del Genio Civile, Roma.
- AA.VV. Gruppo di lavoro istituito con nota del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7547 del 6.9.2010. Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici. Rapporto del 20.04.2012.
- Angeletti, P., Borri, A., Longhi, F., Nasini, U., Severi, A., 2004. La legge 18/2002 della Regione dell'Umbria sulla prevenzione sismica. *Atti del XI Convegno Nazionale L'ingegneria Sismica in Italia*, 25-29.01.2004, Genova, pp. 61-72.
- Borri, A., 2003. La riduzione della vulnerabilità sismica nei centri storici: dalla esperienza di Città di Castello alla Legge 18/2002 della Regione Umbria. *Conv. Naz. "Rischio Sismico e Pianificazione a Scala Urbana: Metodi di Analisi e Strumenti di Intervento"*, 5-6- giugno 2003, Roma, Atti del Conv. pp 255-287
- Borri, A., 2004. Vulnerabilità e riduzione del rischio sismico del costruito nei centri storici della Regione dell'Umbria. *Rischio Sismico, Territorio e Centri Storici atti Convegno Nazionale*. 2-3 luglio 2004, Sanremo.
- Borri, A., Cangi, G., De Maria, A., 2007. Vulnerabilità sismica del centro storico di Gubbio. Atti del XII Convegno Nazionale L'ingegneria Sismica in Italia, 10-14.06.2007, Pisa.
- Borri, A., De Maria, A., 2011. Un Protocollo Metodologico per la Certificazione Sismica degli edifici. Atti del XIV Convegno Nazionale L'ingegneria Sismica in Italia, 2011, Bari.
- Cangi, G., Caraboni, M., De Maria, A., 2010. Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC 2008. DEI Tipografia del Genio Civile, Roma.
- Cons. Sup. LL. PP., Circolare n. 617 del 02.02.2009. Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni' di cui al decreto ministeriale del 14.01.2008. G.U. del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27.
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, 12 ottobre 2007, G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008. *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni*.
- Min. Infrastrutture, D.M. 14.01.2008, Norme Tecniche per le Costruzioni. Suppl. Ord. alla G.U. del 04.02.2008

Regione dell'Umbria, Allegato tecnico al B.U.R., 30.07.2003. Norme tecniche per la progettazione degli interventi e la realizzazione delle opere di cui alla L.R. 23.10.2002 n°18 finalizzate alla riduzione della vulnerabilità sismica.

Pistoia, 7 luglio 2016



“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Aula Magna del Seminario Vescovile – Via Puccini, 36 - Pistoia

Certificazione sismica degli edifici: la proposta della Federazione Ingegneri della Marche

dott. Ing. Corrado Giommi

Federazione Ordini degli Ingegneri delle Marche



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”



Proposta di Legge Regionale in materia di classificazione sismica

Art. 1 – Finalità.

La Regione Marche riconosce la sicurezza sismica degli abitati come esigenza collettiva di carattere primario; pertanto, al fine di ridurre il rischio sismico del patrimonio edilizio ed infrastrutturale del proprio territorio e di limitare/contenere i costi gravanti sulla collettività conseguenti ai danni diretti ed indiretti creati da eventi sismici di elevata magnitudo, interviene attraverso una serie di azioni mirate all'ottenimento delle seguenti finalità:

- favorire una maggiore consapevolezza del rischio sismico nei proprietari degli immobili, siano essi persone fisiche o giuridiche, soggetti pubblici o privati;
- orientare il mercato immobiliare a tener conto in maniera più matura e consapevole della vulnerabilità sismica dei cespiti compravenduti quale elemento non secondario ai fini della loro valorizzazione;
- accrescere il livello di conoscenza dell'effettiva capacità di resistere ai sisma delle strutture esistenti nel territorio;
- incentivare la realizzazione da parte dei soggetti proprietari di interventi strutturali per incrementare o ripristinare le condizioni di sicurezza antisismiche dei propri immobili;
- introdurre elementi di premialità e meritocrazia per quei soggetti, per maggior sensibilità ed avvedutezza, nonostante i maggiori costi, adottino nella costruzione o ristrutturazione dei propri immobili tecniche di protezione sismica innovative o prestazioni antisismiche superiori a quelle minime richieste dalle norme vigenti.

Art.2 – Classificazione Sismica delle strutture.

Al fine di conseguire nel tempo una estesa mappatura del rischio sismico nel territorio regionale e di indurre i soggetti proprietari ed il mercato immobiliare in generale a prendere atto con maggior consapevolezza del grado di sicurezza antisismica degli immobili, viene introdotta, in maniera analoga alla classificazione energetica, una classificazione delle strutture in ragione della loro capacità di resistere al terremoto.

Le strutture ricadenti nel territorio regionale vengono classificate in base alla loro capacità di resistere al sisma secondo lo schema seguente:

- **Classe A+:** struttura esistente adeguata o di nuova edificazione, progettata secondo il DM Infrastrutture 14.01.08 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modifiche ed integrazioni, adottando Fattore di Struttura = 1,00 o con l'adozione di tecniche innovative di limitazione del danneggiamento, quali isolamento alla base, dissipazione od altre che garantiscano prestazioni paragonabili con i metodi precedenti;

Proposta di Legge Regionale in materia di classificazione sismica



Pistoia, 7 luglio 2016

“Certificazione Sismica degli Edifici: Esperienze a confronto”

Proposta di Legge Regionale in materia di classificazione sismica

Art. 1 – Finalità.

La Regione Marche riconosce la sicurezza sismica degli abitati come esigenza collettiva di carattere primario; pertanto, al fine di ridurre il rischio sismico del patrimonio edilizio ed infrastrutturale del proprio territorio e di limitare/contenere i costi gravanti sulla collettività conseguenti ai danni diretti ed indiretti creati da eventi sismici di elevata magnitudo, interviene attraverso una serie di azioni mirate all'ottenimento delle seguenti finalità:

- favorire una maggiore consapevolezza del rischio sismico nei proprietari degli immobili, siano essi persone fisiche o giuridiche, soggetti pubblici o privati;
- orientare il mercato immobiliare a tener conto in maniera più matura e consapevole della vulnerabilità sismica dei cespiti compravenduti quale elemento non secondario ai fini della loro valorizzazione;
- accrescere il livello di conoscenza dell'effettiva capacità di resistere al sisma delle strutture esistenti nel territorio;
- incentivare la realizzazione da parte dei soggetti proprietari di interventi strutturali per incrementare o ripristinare le condizioni di sicurezza antisismiche dei propri immobili;
- introdurre elementi di premialità e meritocrazia per quei soggetti, per maggior sensibilità od avvedutezza, nonostante i maggiori costi, adottino nella costruzione o ristrutturazione dei propri immobili tecniche di protezione sismica innovative o prestazioni antisismiche superiori a quelle minime richieste dalle norme vigenti.

Art.2 – Classificazione Sismica delle strutture.

Al fine di conseguire nel tempo una estesa mappatura del rischio sismico nel territorio regionale e di indurre i soggetti proprietari ed il mercato immobiliare in generale a prendere atto con maggior consapevolezza del grado di sicurezza antisismica degli immobili, viene introdotta, in maniera analoga alla classificazione energetica, una classificazione delle strutture in ragione della loro capacità di resistere al terremoto.

Le strutture ricadenti nel territorio regionale vengono classificate in base alla loro capacità di resistere al sisma secondo lo schema seguente:

- **Classe A+:** struttura esistente adeguata o di nuova edificazione, progettata secondo il DM Infrastrutture 14.01.08 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modifiche ed integrazioni, adottando Fattore di Struttura = 1,00 o con l'adozione di tecniche innovative di limitazione del danneggiamento, quali isolamento alla base, dissipazione od altre che garantiscano prestazioni paragonabili con i metodi precedenti;

- **Classe A:** struttura esistente adeguata o di nuova edificazione progettata secondo il DM Infrastrutture 14.01.08 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modifiche ed integrazioni, adottando Fattore di Struttura $> 1,00$ e senza l'adozione di tecniche di limitazione del danneggiamento.
NEL CASO DI CLASSIFICAZIONE DA VERIFICA ANALITICA: $I_r \geq 1$ (Indice di Rischio in termini di PGA e in termini di Tr allo SLV). ;
- **Classe B:** struttura esistente realizzata dopo il 1983 e progettata con le normative antisismiche antecedenti il DM Infrastrutture 14.01.08 oppure migliorata ai sensi dell'art. 8.4.2 del DM succitato, con capacità sismica $I_r \geq 0.80$ (Indice di Rischio in termini di PGA e in termini di Tr), secondo quanto individuabile nei progetti depositati presso l'Ufficio Sismico Provinciale;
NEL CASO DI CLASSIFICAZIONE DA VERIFICA ANALITICA: $I_r \geq 0.60$ (Indice di Rischio in termini di PGA e in termini di Tr allo SLV)
- **Classe C:** struttura esistente realizzata prima del 1983 e dunque progettata senza accorgimenti antisismici. NEL CASO DI CLASSIFICAZIONE DA VERIFICA ANALITICA: $I_r < 0.60$ (Indice di Rischio in termini di PGA e in termini di Tr allo SLV);

Ai fini dell'attribuzione ad una delle Classi Sismiche sopra elencate, la Valutazione della Sicurezza di una struttura esistente ai sensi Punto 8.3 del DM Infrastrutture 14.01.98 (e s.m.i.) è equiparata a tutti gli effetti a Miglioramento/Adeguamento Sismico, anche in assenza di opere, purché redatta secondo le Linee Guida di cui alla **DGR 1168 del 26.07.2010** (ed eventuali loro modifiche ed integrazioni) e regolarmente depositata presso l'Ufficio Sismico Provinciale (ex Genio Civile).

Art. 3 – Attestato di Classificazione Sismica (ACS).

L'appartenenza di un qualsivoglia immobile od infrastruttura ricadente nel territorio regionale ad una delle Classi Sismiche di cui al comma/articolo precedente verrà stabilita mediante un Attestato di Certificazione Sismica (nel seguito abbreviato con l'acronimo ACS) che dovrà essere obbligatoriamente allegato agli atti di traslazione della proprietà del bene, pena la nullità dell'atto stesso, sotto il controllo del notaio rogante.

L'ACS, di cui si allega in calce un fac-simile, dovrà essere rilasciato da parte dell'Ufficio Sismico Provinciale (ex Genio Civile), su istanza ed a carico del soggetto cedente, sia esso persona fisica o giuridica, pubblico o privato.

Art. 4 – Incentivi.

Al fine di indurre i soggetti proprietari ad incrementare le condizioni di sicurezza antisismica dei propri immobili, sono stabiliti i seguenti incentivi, economici e/o procedurali, sia per la Valutazione della Sicurezza

o per la realizzazione di interventi di Miglioramento/Adeguamento Sismico in strutture esistenti, sia, per strutture di nuova edificazione, per il raggiungimento della Classe A+.

- **Classe A+.**

Edifici esistenti: incentivo volumetrico pari al 30% della Volumetria Utile Lorda MASSIMA

Edifici nuovi: incentivo volumetrico pari al 10% della Volumetria Utile Lorda MASSIMA consentita dal PRG e relativi SUE.

In entrambi i casi gli oneri di urbanizzazione primaria e secondaria ed il costo di costruzione sono scontati del 50% sulla volumetria complessiva; per gli edifici esistenti, eventuali interventi collaterali onerosi compresi nella volumetria preesistente sono scontati del 50%.

In entrambi i casi: IMU gratuita per 5 anni a decorrere dalla dichiarazione di ultimazione dei lavori/richiesta di agibilità e scontata del 50% per i 10 anni successivi.

In entrambi i casi: iter di approvazione del progetto assimilato a quello delle istanze SUAP, via Conferenza dei Servizi, con silenzio-assenso al 60° giorno dalla presentazione dell'istanza o dall'eventuale trasmissione di documentazione integrativa richiesta in fase di istruttoria.

Per i soli edifici esistenti: deroga a tutti i vincoli di qualsiasi natura derivanti da normative sotto-ordinate (comunali, provinciali).

- **Classe A per i soli edifici esistenti (adeguamento):**

per edifici esistenti DA ADEGUARE - per edifici DA DEMOLIRE E RICOSTRUIRE:

incentivo volumetrico pari al 20% della Volumetria Utile Lorda MASSIMA;

oneri di urbanizzazione primaria e secondaria e costo di costruzione della volumetria aggiuntiva gratuiti; eventuali interventi collaterali onerosi compresi nella volumetria preesistente sono scontati del 50%;

IMU gratuita per 5 anni a decorrere dalla dichiarazione di ultimazione dei lavori/richiesta di agibilità e scontata del 50% per i 5 anni successivi;

iter di approvazione del progetto assimilato a quello delle istanze SUAP, via Conferenza dei Servizi, con silenzio-assenso al 60° giorno dalla presentazione dell'istanza o dall'eventuale trasmissione di documentazione integrativa richiesta in fase di istruttoria;

deroga a tutti i vincoli di qualsiasi natura derivanti da normative sotto-ordinate (comunali, provinciali).

- **Classe B, per i soli edifici esistenti (miglioramento al 75%):**

- per i soli edifici esistenti (miglioramento almeno al 60%):

eventuali interventi collaterali onerosi compresi nella volumetria preesistente sono scontati del 50%;

sconto del 50% dell'IMU per i 10 anni successivi alla dichiarazione di ultimazione dei lavori/richiesta di agibilità

Tali incentivi, a costo zero per la collettività ed il bilancio della Regione (nel senso che non richiedono esborsi ma solo minori ricavi) sono in ogni caso cumulabili con altri incentivi vigenti, qualora non in contrasto.

La Regione si attiva inoltre per negoziare con uno e più istituti di credito e compagnie assicurative idonee convenzioni atte a concedere condizioni di finanziamento agevolate ai proprietari che intendano acquisire immobili in Classe Sismica A+ , A o ristrutturare/verificare immobili esistenti al fine di elevarne la Classe Sismica .

Allo stesso modo negozierà con una o più compagnie assicurative idonee convenzioni atte a concedere polizze di copertura dei costi di ricostruzione post-sisma con premi fortemente differenziati in funzioni della Classe Sismica attribuita all'immobile da assicurare, privilegiando sensibilmente le classi più elevate.