



# ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TERAMO

Teramo, 12 Aprile 2022  
Ns. Prot. n.775

Egr. Commissario per la Ricostruzione  
On. Avv. Giovanni LEGNINI  
pec: comm.ricostruonesisma2016@pec.governo.it

e, p.c. Egr. Presidente CNI  
Ing. Armando ZAMBRANO  
pec: segreteria@ingpec.eu

Egr. Direttore USR – ABRUZZO  
Dott. Vincenzo RIVERA  
pec: usr2016@pec.regione.abruzzo.it

**OGGETTO: Ordinanza 28/2017 - Livello Operativo determinazione soglie di danno e di vulnerabilità.  
RICHIESTA CHIARIMENTI**

Sono pervenute a quest'Ordine diverse segnalazioni da parte di iscritti relativamente al Livello Operativo ed alla determinazione delle soglie di danno e di vulnerabilità. A titolo esemplificativo, si riporta la determinazione dell'USR Abruzzo relativamente ad un edificio in muratura: nello specifico, un collega aveva rilevato la seguente condizione di Danno Grave (giusta Ordinanza 28 del 09.06.2017, TABELLA 1.1 - SOGLIE DI DANNO):

*“b. di ampiezza superiore a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale fino al 15% degli “incroci” tra murature portanti ortogonali del medesimo piano”.*

L'USR-Abruzzo ha ritenuto che la condizione di danno di cui sopra *“non risulta essere presente in quanto non si configura una condizione di danneggiamento, constatato che, in corrispondenza degli incroci murari risultano esserci murature tra loro non connesse”* **ovvero, considerato che la condizione di murature non connesse costituiva una vulnerabilità non era ammissibile la condizione di danno.**

Pur mantenendosi aperti ad un confronto sul livello di danno, si ritiene assolutamente non accettabile, per chi conosce l'ingegneria sismica, l'affermazione che la vulnerabilità non genera un danno, atteso che, sismicamente, non c'è danno se non c'è vulnerabilità; all'uopo, si evidenzia che per la definizione del livello operativo si fa riferimento a due tabelle la TABELLA 1 – SOGLIE DI DANNO e la TABELLA 3 – CARENZE e le stesse sono indipendenti tra loro.

In un recente incontro tra Ordine Ingegneri di Teramo e l'USR-Abruzzo è stata sollevata la problematica esposta e l'USR-Abruzzo ha ribadito che il danno derivante da una vulnerabilità non poteva essere assunto come soglia di danno per la determinazione del Livello Operativo, giusta interpretazione della Struttura Commissariale.

Atteso che le vulnerabilità presenti in un edificio possono, a seguito di eventi sismici, manifestare danni o meno si chiede se:

1. la vulnerabilità può generare un danno?
2. il danno generato dalla vulnerabilità è riconosciuto come soglia di danno?

All'uopo si allega una chiarissima nota del Prof. Ing. Antonello SALVATORI in ordine ai danni ed alla vulnerabilità degli edifici in muratura ai sensi dell'Allegato 1 dell'Ordinanza 28 del 09.06.2017.

In attesa di un Vs. riscontro si porgono distinti saluti.



Il Presidente  
Ing. Leo De Santis

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Leo De Santis".

**Al Commissario Straordinario Ricostruzione  
SISMA 2016**

**Oggetto:** *Parere e richiesta di precisazione relativa ai danni ed alla vulnerabilità degli edifici in muratura ai sensi dell'Allegato 1 dell'Ordinanza 19/2016, Ordinanza 28/2017 e s.m.i..*

**Richiedente:** *Prof. Ing. Antonello Salvatori.*

In riferimento ad intercorsa corrispondenza, relativa alla valutazione del livello operativo di una pratica per un edificio in muratura danneggiato dagli eventi sismici del 2016, Il sottoscritto Prof. Ing. **ANTONELLO SALVATORI**, nato a L'Aquila (AQ), il 17/12/1963, e residente in L'Aquila, in via della Parrocchia n°13, iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila al n 972, con studio professionale in L'Aquila, Via Sila Persichelli 25 int.1, avente codice fiscale: SLV NNL 63T17 A345 V e partita IVA: 01384720668, email: [antonello.salvatori@alice.it](mailto:antonello.salvatori@alice.it) – PEC: [antonello.salvatori@ingpec.eu](mailto:antonello.salvatori@ingpec.eu), professore associato di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università degli Studi dell'Aquila, docente del Corso di Costruzioni in Zona Sismica nei corsi di laurea magistrale in Ingegneria Civile ed in Ingegneria Edile Architettura, ai fini della corretta applicazione della norma citata in epigrafe (Ordinanza 19/2016 così come aggiornata dall'ordinanza 28/2017, richiede

un chiarimento circa l'interpretazione autentica della norma, riportata di seguito nei paragrafi interessati, fornendo anche il proprio parere tecnico da sottoporre ad opportuna valutazione. Si riporta di seguito un estratto normativo relativo all'ordinanza 19/2017, per il quale si propone la valutazione tecnica riportata di seguito.

### ALLEGATO 1

*(Allegato così sostituito dall' art. 1, comma 17, Ordinanza 9 giugno 2017, n. 28; per l'applicabilità di tale disposizione vedi l'art. 6, comma 2, della medesima Ordinanza n. 28/2017)*

**Soglie di danno, gradi di vulnerabilità, livelli operativi e costi parametrici**

**1.1 SOGLIE DI DANNO** di edifici a destinazione prevalentemente abitativa con struttura in muratura.

Danno Superiore al Gravissimo: si intende il danno subito da edifici dichiarati inagibili secondo la procedura AeDES, che supera almeno una delle condizioni indicate come Soglia di Danno gravissimo e che è presente sull'edificio anche per una sola delle seguenti condizioni:

... omissis ...

7) distacchi localizzati fra pareti portanti ortogonali, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni:

a. di ampiezza fino a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 25% degli "incroci" tra murature portanti ortogonali del medesimo piano.

b. di ampiezza superiore a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 15% degli "incroci" tra murature portanti ortogonali del medesimo piano.

**TABELLA 3 – CARENZE**

<b>3.1 –CARENZE di edifici a destinazione prevalente abitativa con struttura in muratura</b>		$\alpha$	$\beta$
1	Presenza di muri portanti a 1 testa (o comunque con spessore $\leq 15$ cm) per più del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale	X	
2	Presenza di muri portanti a 1 testa (o comunque con spessore $\leq 15$ cm) per più del 20% e meno del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale		X
3	Presenza di muri portanti a doppio paramento (senza efficaci collegamenti – diatoni tra i due paramenti), ciascuno a 1 testa (o comunque con spessore $\leq 15$ cm) per più del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale		X
4	Cattiva qualità della tessitura muraria (caotica, sbazzata senza ricorsi e orizzontalità, assenza di diatoni, ...), per uno sviluppo $\geq 40$ % della superficie totale resistente	X	
5	Cattiva qualità della tessitura muraria (caotica, sbazzata senza ricorsi e orizzontalità, assenza di diatoni, ...), per uno sviluppo $< 40$ %, ma $> 20\%$ della superficie totale resistente		X
6	Presenza di un piano (escluso l'ultimo) con rapporto tra superficie muraria resistente in una direzione e superficie coperta inferiore al 4%	X	
7	Presenza di muratura portante in laterizio al alta percentuale di foratura ( $< 55\%$ di vuoti) per uno sviluppo $\geq 50$ % della superficie resistente ad uno stesso livello	X	
8	Assenza diffusa o irregolarità di connessioni della muratura alle angolate ed ai martelli	X	
9	Colonne in muratura soggette a tensioni medie di compressione, nella combinazione SLU, superiori al 40% della resistenza a compressione media fm per oltre il 30% degli elementi resistenti		X
10	Rapporto distanza tra pareti portanti successive/spessore muratura $\geq 14$ (con esclusione del caso di pareti in laterizio semipieno) o distanza tra pareti successive $> 7$ metri		X
11	Collegamenti degli orizzontamenti alle strutture verticali portanti inesistenti o inefficaci in modo diffuso	X	
12	Solai impostati su piani sfalsati con dislivello $> 1/3$ altezza di interpiano, all'interno della u.s. o di u.s. contigue		X
13	Presenza di volte od archi con spinta non contrastata		X
14	Presenza di strutture spingenti in copertura per uno sviluppo maggiore del 30% della superficie coperta	X	
15	Presenza di strutture spingenti in copertura per uno sviluppo maggiore del 5% e minore del 30% della superficie coperta		X
16	Presenza di muratura e/o colonne portanti insistenti in falso su solai o volte, che interessi almeno 15 % della superficie delle murature portanti allo stesso piano	X	
17	Carenze manutentive gravi e diffuse su elementi strutturali		X

Come riportato nell'allegato citato, si può osservare che la prima tabella, relativa allo stato di danno, risulta indipendente dalla tabella 3 relativa alle carenze strutturali. A parere del sottoscritto questa norma presenta una sua ratio logica, ovvero che l'indipendenza dello stato di danno (nel caso in specie i "distacchi localizzati fra pareti portanti ortogonali di ampiezza fino a 10 millimetri

che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 25% degli “incroci” tra murature portanti ortogonali del medesimo piano”) dalle carenze appare in linea con le valutazioni dell’ingegneria sismica sul comportamento delle strutture in muratura.

In particolare, la presenza di una non efficiente connessione tra pareti ortogonali (in termine tecniche, assenza di ammorsamento tra due pareti murarie ortogonali) di cui al punto 8 della tabella 3, non vuole semplicemente rappresentare due pareti murarie semplicemente “appoggiate” l’una sull’altra, ma anche pareti in cui tale ammorsamento non è efficiente (ad esempio, pareti in muratura di pietrame con assenza di pietre cantonali passanti, o in assenza di diatoni efficienti, o con pietre mal disposte tali da configurare una connessione parziale oppure una connessione debole). Si tratta quindi di tipologie murarie che sicuramente presentano un grado di vulnerabilità, spesso anche elevato, ma che non rappresentano generalmente, come conseguenza certa in caso di sisma, un danno da distacco, come rappresentato nel punto 7 precedentemente esaminato.

Ciò perché la tipologia di danno dipende non solo dal grado di connessione tra le murature, ma anche dalla conformazione stessa delle murature in relazione alla tipologia strutturale, all’aggregazione delle murature stesse, e di conseguenza alla tipologia dell’edificio in pianta ed in elevazione (ed ogni edificio ha un comportamento differente in caso di evento sismico).

Il relativo danneggiamento può quindi interessare sia edifici con assenza o carenza di connessioni, che con presenza di connessioni efficaci, in funzione della masse sismiche, della regolarità o irregolarità planimetrica ed altimetrica, e di altri fattori che possono variare da edificio ad edificio.

In aggiunta, a seguito di eventi sismici, può parimenti verificarsi (sempre in funzione delle tipologie edilizie e di aggregazione degli edifici in muratura) che pareti con scarsa o assente connessione non presentino danni da distacco.

Si specifica inoltre che, anche per pareti con scarsa o nulla connessione con la parete ortogonale, la funzione sismo resistente delle pareti ortogonali può continuare ad essere esplicitata allorché si espliciti un’azione compressiva tra le due pareti (si ricorda che l’azione sismica è un’azione di versi alternati, ovvero genera forze di trazione e compressione alternate a secondo degli elementi strutturali).

Pertanto, anche due pareti ortogonali scarsamente connesse possono continuare a svolgere la loro azione sismoresistente, sia nei confronti dei meccanismi locali che nei confronti dei meccanismi globali di collasso, esplicitandosi comunque l’azione di resistenza per compressione e per taglio compressione tra le pareti stesse.

Ciò esplicita in maniera chiara ed evidente l’indipendenza tra di loro dei parametri “danneggiamento” e “vulnerabilità”. Una connessione tra murature ortogonali può essere scarsa ed assente, ma non presentare danneggiamento, ovvero, per la configurazione macro strutturale dell’edificio, non costituire una causa di evento di danno. Al contrario, in funzione sempre della configurazione macro strutturale dell’edificio in muratura, o dell’aggregato, pareti connesse tra di loro possono costituire una condizione aggravante rispetto alla sicurezza sismica dell’edificio (si pensi ad esempio alla spinta fuori del piano di due parete efficacemente connesse l’una all’altra, in cui proprio il grado di connessione determina una condizione di danno fuori del piano aggravata, laddove la configurazione planimetrica delle pareti sia semplicemente a T).

Tutto ciò è inoltre funzione della scarsa o nulla resistenza a trazione delle murature, in particolar modo delle murature in pietrame, oggettivamente maggiormente vulnerabili in caso di evento sismico.

Pertanto, il sottoscritto ritiene, da un punto di vista scientifico ed ingegneristico, con particolare riferimento ai temi dell’ingegneria sismica applicata alle strutture in muratura, che la valutazione del danno sia di conseguenza indipendente dalle condizioni di vulnerabilità di cui alla tabella 3, e

che quindi il numero di “distacchi” tra le pareti murarie ortogonali non possa essere diminuito operando una detrazione pari al numero di pareti con grado di connessione limitato o assente, in quanto non necessariamente vi è un nesso di causa – effetto tra le vulnerabilità ed i danneggiamenti.

Di conseguenza, per semplificare quanto esposto, il sottoscritto ritiene che, allorché in una struttura in muratura, in un piano, sia abbiano “x” condizioni di danno, “y” assenze o irregolarità di connessione tra murature ortogonali, di cui “k” comuni, si debbano necessariamente considerare un numero “x” di condizioni di danno di cui ai punti 7a e 7b della tabella 1, ed un numero “y” di condizioni di carenze di cui al punto 8 della tabella 3.

Considerare, invece, ed esempio, un numero “x-k” di condizioni di danno, sottraendo quindi i “k” scarsi ammorsamenti murari, costituirebbe un errore, in quanto resterebbe indimostrato il nesso causa effetto della connessione inefficiente e del danno, che invece dipende dall’evento sismico (intensità al suolo, frequenze dominanti dello spettro, durata dell’evento sismico, direttività dello stesso, ...), dalla conformazione strutturale globale dell’edificio, dalle irregolarità piano altimetriche, dalle eventuali amplificazioni locali dipendenti dalla tipologia del suolo di fondazione e quindi dalla risposta sismica locale, ecc.

Il presente parere viene fornito alla struttura commissariale per la ricostruzione relativa al sisma 2016, affinché possa essere valutata e chiarita negli aspetti ivi indicati.

*Prof. Ing. Antonello Salvatori*



*Prof. Ing. Antonello Salvatori*  
Professore associato di tecnica delle Costruzioni  
Presso l’Università degli Studi dell’Aquila  
Docente di Costruzioni in Zona Sismica  
Nei corsi di laurea magistrale in Ingegneria Civile,  
di laurea magistrale in Ingegneria Edile Architettura  
Studio Via Sila Persichelli 25, 67100 L’Aquila  
Tel. 0862 313275  
Cell. 338 4999041  
e-mail [antonello.salvatori@alice.it](mailto:antonello.salvatori@alice.it)  
PEC [antonello.salvatori@ingpec.eu](mailto:antonello.salvatori@ingpec.eu)