



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Avellino

Il rilievo del danno e dell'agibilità in emergenza post-sismica



Agostino Goretti

Avellino – 8 maggio 2009



Il rilievo del danno e dell'agibilità - Avellino 08.05.09

Agibilità in emergenza post-sismica

E' legata alla necessità di utilizzare l'edificio nel corso di una crisi sismica, durante la quale **non** sono esclusi altri eventi sismici

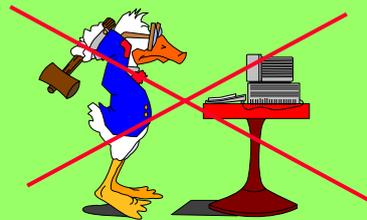
Per poter quindi definire metodologie, procedure e strumenti, per la valutazione di agibilità, è necessario definire cosa si intenda per idoneità di un edificio e quali siano i requisiti per garantirla, tenendo presente le caratteristiche proprie della crisi sismica

In linea di massima un edificio può essere ritenuto idoneo quando presenta garanzie di **sicurezza, funzionalità e comfort**. Ma è necessario specificare maggiormente.

Agibilità post-evento

Caratterizzata da:

- 1 Crisi ancora in atto → possibili altri eventi a breve di intensità non nota, il giudizio ha valore limitato nel tempo
- 2 Numerose ispezioni → necessitano molti tecnici ed una gestione informatizzata, predisposta in tempo di pace
- 3 Necessità di ispezionare nel minor tempo possibile per limitare il rischio della popolazione → poco tempo per l'ispezione che deve quindi basarsi sul giudizio esperto e su dati facilmente reperibili ad un esame visivo
- 4 Il danneggiamento subito obbliga a riferirsi a livelli di sicurezza ridotti



Per questo il giudizio di agibilità non rappresenta una analisi di sicurezza sismica, né la sostituisce. Non è supportato da calcoli di staticità, ma è basato su un giudizio esperto, non è di carattere definito, ma temporaneo. Non ha un obiettivo preciso in termini di rischio.

DEFINIZIONE

La valutazione di agibilità in emergenza post-sismica è una valutazione temporanea e speditiva - vale a dire formulata sulla base di un giudizio esperto e condotta in tempi limitati ed in base alla semplice analisi visiva ed alla raccolta di informazioni facilmente accessibili - volta a stabilire se, in presenza di una crisi sismica in atto, gli edifici colpiti dal terremoto possano essere utilizzati, restando ragionevolmente protetta la vita umana.

La definizione fa riferimento alla salvaguardia della vita umana. Possono farsi due considerazioni:

- 1. Nulla si dice esplicitamente a proposito delle condizioni igienico-sanitarie e di comfort;**
- 2. Non sono esclusi ulteriori danni a cose e persone. La norma sismica prevede per le costruzioni nuove il danneggiamento controllato degli elementi strutturali e non, quindi una valutazione speditiva non può garantire assenza di ulteriore danno. Devono però essere evitate quelle situazioni di pericolo imminente, o in cui ulteriore danno in caso di nuove scosse, possano mettere a rischio la vita umana**

Implicazioni dell'agibilità

Operazione socialmente rilevante:

Consente di ridurre il disagio della popolazione, riducendo il numero dei senzatetto e consentendo un più facile ritorno alle attività socio-economiche pre-evento.

Operazione di responsabilità:

Implica la pubblica incolumità quando si afferma l'agibilità o il reperimento di ricoveri nel caso contrario.

Ma

Aumentare la sicurezza della popolazione e ridurre la responsabilità del rilevatore contrastano con la gestione dell'emergenza (reperimento dei ricoveri) e con la ripresa delle attività pre-evento

7

L'Agibilità: II PERCORSO DELLA VALUTAZIONE

8

Agibilità per edificio o per unità immobiliare ?

In Italia l'agibilità va condotta per edificio e non per unità immobiliare, come ad esempio avviene in altri paesi.

Edificio: Unità strutturale cielo-terra individuabile per caratteristiche tipologiche e quindi distinguibile dagli edifici adiacenti per tali caratteristiche o anche per differente altezza, età di costruzione, livello dei solai, ecc.



Edificio isolato

Schiera



Aggregati



Riportare su mappa catastale
l'aggregato e l'edificio



IL GIUDIZIO DI AGIBILITA'

Tre sono gli elementi da prendere, generalmente, in considerazione nel formulare il giudizio di agibilità:

- l'intensità delle ulteriori possibili scosse sismiche
- il danno subito dall'edificio
- la vulnerabilità dell'edificio

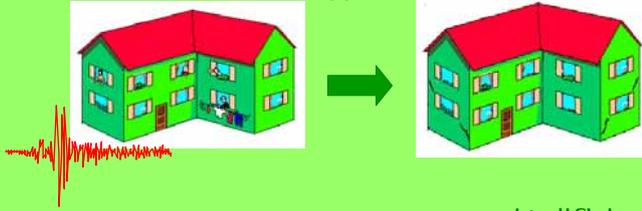
INTENSITA' DELLE POSSIBILI ULTERIORI SCOSSE SISMICHE

Serve a definire l'evento di riferimento, cioè l'evento rispetto al quale viene formulato il giudizio di agibilità.

Siamo abituati a valutare la sicurezza di una costruzione in riferimento a prefissate azioni (vento, neve, sovraccarichi accidentali, ecc.), stabilite dalle norme. Ma dopo un terremoto, quale ulteriore evento sismico ci si aspetta nella zona ?

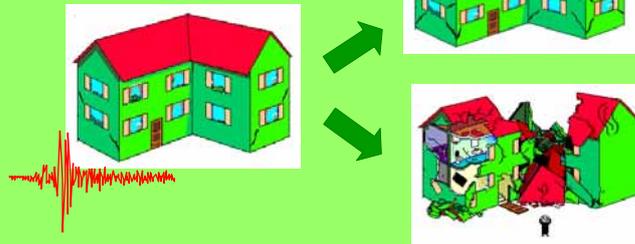


$T=T_0$ scossa che motiva le ispezioni
L'edificio si danneggia



L'edificio resiste, è agibile in T_0

$T=T_1 > T_0$, nuova ipotetica scossa
L'edificio è in grado di resistere?



Foreshocks, aftershocks o crisi sismica ?

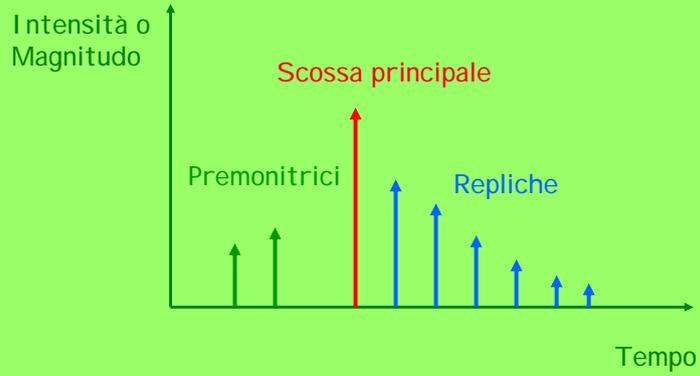
Possibili fasi del fenomeno sismico:
(non necessariamente tutte presenti)

SEQUENZA
SISMICA:

- Scosse premonitrici (foreshock) Fase pre-.sismica
- Scossa principale } Fase cosismica
- Ulteriori scosse principali
- Scosse di assestamento (aftershocks) Fase post-sismica

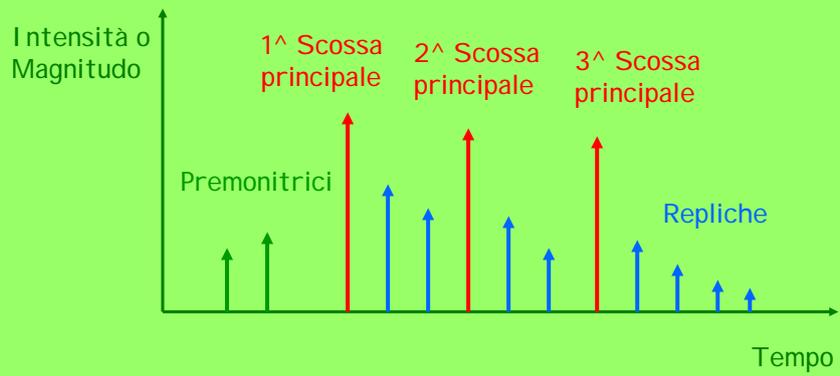
La scossa premonitrice e le ulteriori scosse principali sono particolarmente pericolose per l'agibilità perché possono comportare risentimenti di intensità più elevata rispetto a quella che ha motivato l'ispezione. Nel caso di scosse successive si può presentare il fenomeno della migrazione degli epicentri.

Una scossa principale



Modificata da Decanini, 1999

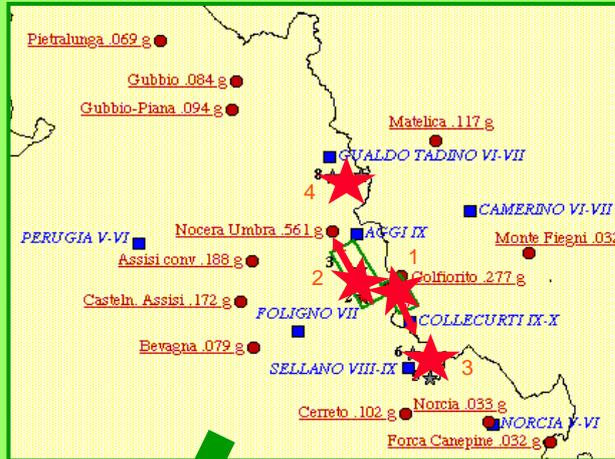
Più scosse principali



Modificata da Decanini, 1999

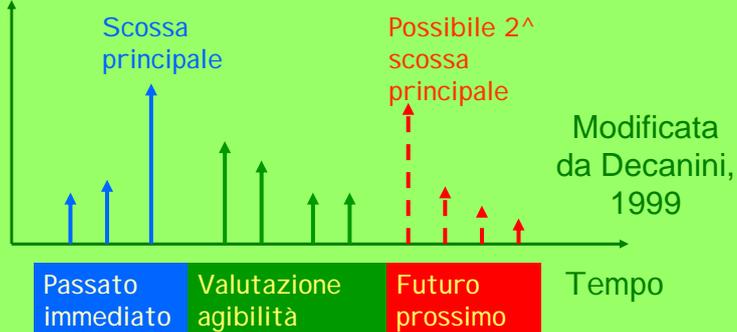
Terremoto di Umbria-Marche 26.09.97 e seguenti - Io (MCS)=IX

Tre scosse principali tra settembre ed ottobre 97, aftershocks, un'ultima scossa ad Aprile '98



Migrazione degli epicentri

Intensità
risentita



Per la valutazione di agibilità è necessario prevedere una nuova possibile scossa.
Ma come determinarne l'intensità?
E dove sarà localizzata ?

Albero logico per la determinazione dell'evento di riferimento

Informazioni	Crisi sismica	Zone	Evento di riferimento	
Assenti		Tutte	Intensità risentita	
Presenti	Assente o terminata	Tutte	Intensità risentita	
		Epicentrali	Intensità risentita	
	In atto	Non epicentrali	Non soggette a possibili ulteriori scosse	Intensità risentita
			Soggette a possibili ulteriori scosse	Intensità maggiore di quella risentita anche di 1 o 2 gradi

Omogeneità: nel corso delle ispezioni l'evento di riferimento dovrebbe essere lo stesso per tutti i tecnici, ma ad oggi non è mai stato stabilito

21

DANNO

E' l'elemento principale su cui basare un giudizio di agibilità

L'esame del danno va esteso a:

- Elementi strutturali**
- Elementi non strutturali**
- Elementi esterni all'edificio**
- Condizioni geotecniche**

22

Perché interpretare il livello di danno alla luce dei “Meccanismi di danno”?

Lo stato di danno va interpretato in base alla tipologia costruttiva, ai materiali impiegati ed ai meccanismi di danno in atto.

La stessa ampiezza di lesione può avere significato differente nelle strutture in muratura e nelle strutture in ca.

La stessa ampiezza di lesione può avere significato differente se legata o meno al ribaltamento di una parete in muratura.

ESAME DEL DANNO

Danno apparente (quello visibile)



Modifica delle condizioni strutturali



Gravità ai fini delle prestazioni attese (sicurezza)

Quanto il danno strutturale ha ridotto l'originaria capacità portante della struttura, quanto il danno non strutturale può comportare pericolo per gli occupanti?

Danno apparente:	Lesioni di distacco delle murature tra loro e tra i solai
Modifica condizioni strutturali:	Le murature non sono più vincolate a interasse adeguato
Conseguenze:	Possibile ribaltamento parete



Danno apparente:	Sconnessione del manto di copertura
Modifica condizioni strutturali:	Le tegole non sono più vincolate alla copertura
Conseguenze:	Possibile caduta ulteriori tegole



**Danno
apparente:**

**Rottura a taglio di
pilastri corti in ca.**

**Modifica
condizioni
strutturali:**

**Sensibile riduzione
della capacità
portante**

Conseguenze:

**Possibile crollo del
pilastro e della
struttura**



Danno apparente:

**Lesioni nelle tamponature con
distacco di elementi**

**Modifica condizioni
strutturali:**

**La tamponatura non è più
vincolata al telaio in ca**

Conseguenze:

**Possibile crollo parziale o
totale della tamponatura**



Danno apparente:

Edificio fuori piombo per deformazione del terreno

Modifica condizioni strutturali:

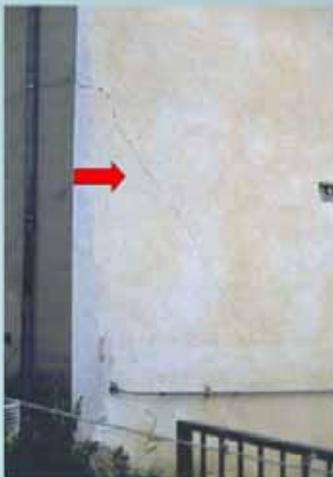
Diminuzione delle condizioni di stabilità della fondazione

Conseguenze:

Possibile crollo parziale o totale dell'edificio



Unreinforced Masonry, D1



Unreinforced Masonry, D2-D3



D2



D2

D2



Unreinforced Masonry, D2-D3



D3



D3



D3



D3

Unreinforced Masonry, D4-D5

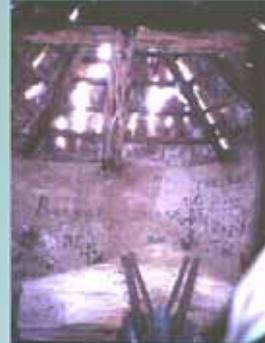


D4



D4

D4



D4

Unreinforced Masonry, D4-D5



D5



D5



D5



D5

Reinforced Concrete, Structural, D1



D1



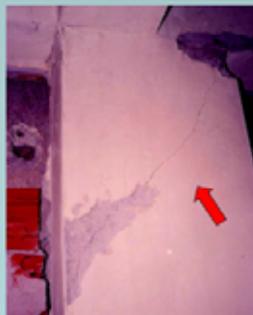
D1

In general cracks are too small to be seen on pictures

Reinforced Concrete, Structural, D2-D3



D3



D3

D3



Reinforced Concrete, Structural, D4-D5



D4

D4



D4



Reinforced Concrete, Structural, D4-D5



D5



D5



D5

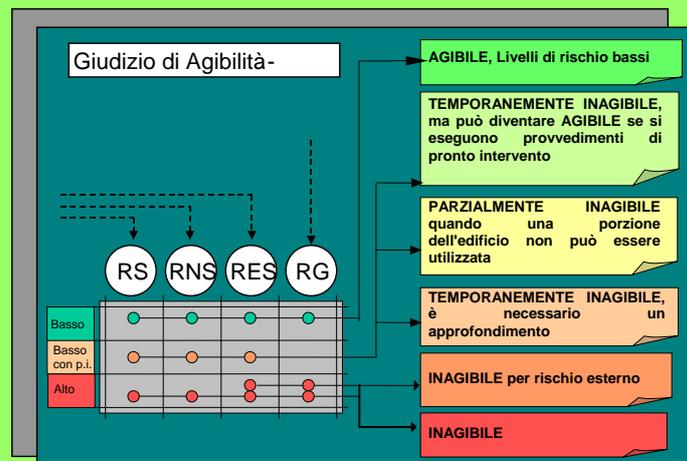
D5



Reinforced Concrete, Structural, D4-D5



Il Giudizio di agibilità a partire dai livelli di rischio strutturale (RS), non strutturale (RNS), geotecnico (RG), esterno (RES)



II RUOLO DELLA VULNERABILITA'

Un giudizio di agibilità basato solo sul danno subito dalla costruzione è possibile solo se:

E' stato il sisma un vero collaudo per l'edificio ?

**Si nelle zone epicentrali.
Ma in zone non epicentrali ?**

Se si accetta l'ipotesi di migrazione degli epicentri, la vulnerabilità dell'edificio può fornire indicazioni sul comportamento della costruzione in caso di una possibile scossa di intensità maggiore di quella risentita.

VULNERABILITA'

Edifici in muratura

Alcune carenze strutturali gravi:

- **Cattiva qualità dei materiali impiegati**
- **Mancanza di collegamento tra paramenti murari**
- **Mancanza di collegamento degli orizzontamenti**
- **Coperture non collegate e spingenti**
- **Distanza eccessiva tra muri paralleli**
- **Aperture eccessive o irregolari nelle murature**
- **Murature portanti in falso**
- **Cattivo stato di manutenzione**
- **Fuori piombo**

VULNERABILITA'

Edifici in cemento armato

Alcune carenze strutturali gravi:

- Cattiva qualità dei materiali impiegati
- Irregolarità plano-altimetrica (piano soffice)
- Pilastrini esili, travi tozze
- Pilastrini corti (pareti o tamponature parziali)
- Tamponature non riquadrate dai telai in ca
- Coperture pesanti e spingenti
- Sbalzi di luce eccessiva
- Pilastrini in falso
- Armature di sezione o interasse insufficiente
- Cattivo stato di manutenzione

VULNERABILITA'

Cosa fare nel caso di significative carenze strutturali non alterate dall'evento sismico?

Esempi

Solai fatiscenti

Murature non ammorsate

Fondazioni in frana

**Agibile se l'evento di riferimento è quello risentito,
Inagibile se l'evento di riferimento è di intensità più elevata**

Attenzione: il patrimonio edilizio italiano in zone montane o pedemontane è di vecchia data e con scarsa manutenzione

L'Agibilità: PROCEDURE & STRUMENTI

Il gran numero di ispezioni richieste e il breve tempo a disposizione obbligano a procedure efficienti ed informatizzate. Le procedure devono quindi essere stabilite in tempo di pace. Analogamente, per una gestione informatizzata delle segnalazioni e dei sopralluoghi, gli strumenti (schede di rilievo) devono essere stabilite in tempo di pace.

Per una più efficace gestione dell'emergenza, per una uniformità di comportamento nei confronti dei cittadini, per una migliore formazione dei tecnici e per poter disporre di basi dati omogenee è opportuno che procedure e strumenti siano unificati sul piano nazionale

PROCEDURE

Le ispezioni di agibilità sono un processo inserito nelle attività dei COM. Devono essere stabilite le procedure da seguire a partire dalla segnalazione, fino al sopralluogo ed alle conseguenze dell'esito di agibilità (es. edificio inagibile, opere provvisionali, ecc.)

STRUMENTI

Scheda di rilievo del danno e agibilità SSN/GNDT
Adottata in Umbria-Marche '97 & Pollino '98

Necessaria per:

- Fornire un percorso guidato al rilevatore
- Ottenere dati omogenei
- Informatizzare dati (tipologia e danno edifici, esiti, ..)

PROCEDURE: L'AGIBILITA' COME UNA DELLE 14 ATTIVITA' DEI COM IN EMERGENZA

- | | |
|--|---|
| 1 TECNICO SCIENTIFICA
PIANIFICAZIONE | 8 SERVIZI ESSENZIALI |
| 2 SANITA', ASSISTENZA SOCIALE E
VETERINARIA | 9 CENSIMENTO DANNI A COSE E
PERSONE |
| 3 MASS MEDIA E INFORMAZIONE | 10 STRUTTURE OPERATIVE S.A.R. |
| 4 VOLONTARIATO | 11 ENTI LOCALI |
| 5 MATERIALI E MEZZI | 12 MATERIALI PERICOLOSI |
| 6 TRASPORTI E CIRCOLAZIONE
VIABILITA' | 13 LOGISTICA EVACUATI
ZONE OSPITANTI |
| 7 TELECOMUNICAZIONI | 14 COORDINAMENTO CENTRI
OPERATIVI |

STRUMENTI:
La scheda di agibilità e danno

Ausilio al rilevatore attraverso un percorso guidato

Mantiene traccia delle attività svolte

Permette un censimento di vulnerabilità e danno

Identificazione edificio

Piantina catastale

Dati metrici

Età dell'edificio, destinazione d'uso, proprietà

Il rilievo del danno e dell'agibilità - Avellino 08.05.09

Tipologia strutturale edifici in muratura o misti

Danno agli elementi strutturali

Danno agli elementi non strutturali

Danni in fondazione

Tipologia strutturale edifici in ca.

Coperture

Pecolo di danno proveniente dall'esterno

51

Il rilievo del danno e dell'agibilità - Avellino 08.05.09

Valutazione del rischio

Provvedimenti urgenti da adottare

Classificazione degli edifici (agibile, inagibile, ...)

Note, firma

52

L'Agibilità. ASPETTI GIURIDICI

ATC20 (USA) Responsabilità e trattamento dei tecnici

I Tecnici volontari (*disaster service workers*) vengono considerati temporaneamente come lavoratori di protezione civile non compensati. Come tali fruiscono delle stesse immunità degli ufficiali ed impiegati statali e ricevono gli eventuali rimborsi per gli infortuni sul lavoro previste dalla legge statale. (*California Government Code Sections 8580; 8567(a), e Labor Code Sections 4351 - 4355*)

I Tecnici valutano la sicurezza delle strutture danneggiate usando al meglio il loro giudizio professionale. In accordo alle leggi statali nessun *disaster service worker* operante per ordine di autorità riconosciuta durante lo stato di emergenza è perseguibile civilmente a causa di danni a cose o persone o morte di qualcuno, conseguenti ad un suo atto o omissione commesso durante il servizio, a meno che il fatto sia intenzionale. (*Codice Civile della California, Sezione 1714.5*)

In Italia quale responsabilità dei tecnici?

“Sembra così affermarsi un'apparente ... tendenza ad un sovradimensionamento del danno a fronte della forte pressione sociale esercitata per influenzare le dichiarazioni di inagibilità.

Ma le perplessità ... vengono di fatto duramente tacitate dal crollo avvenuto l'11 dicembre 1980 dell'“Ex Real Albergo dei Poveri” che causa 9 morti e che costa l'emanazione di provvedimenti giudiziari a carico dei tecnici che avevano svolto le relative analisi periziali di agibilità..”

Irpinia 1980

MM.BB.CC., “Dopo la Polvere”, Tomo I, Poligrafico dello Stato, 1994