

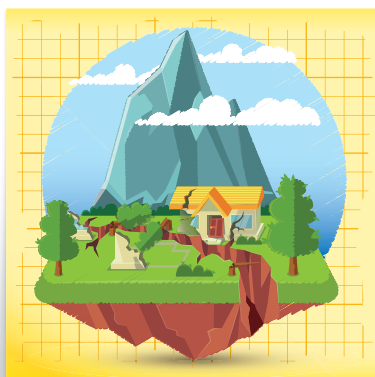
Marco Domanico

INTERVENTI STRUTTURALI POST-SISMA

**RIPARAZIONE, MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO POST-SISMICO
DI STRUTTURE IN C.A. E MURATURA**

AGGIORNATO ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC18)

DI CUI AL D.M. 17 GENNAIO 2018



SOFTWARE INCLUSO

**NORME NAZIONALI IN MATERIA DI COSTRUZIONI, ORDINANZE RICOSTRUZIONE POST-SISMA 2016,
MODULI E DOCUMENTI PER LA RICOSTRUZIONE, PARTICOLARI STRUTTURALI IN DXF**

FAQ (risposte alle domande più frequenti),
Test base / Test avanzato (verifiche sulla conoscenza dell'argomento)



Marco Domanico

INTERVENTI STRUTTURALI POST-SISMA

RIPARAZIONE, MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO POST-SISMICO
DI STRUTTURE IN C.A. E MURATURA

Ed. I (4-2018)

ISBN 13 978-88-8207-979-6

EAN 9 788882 079796

Collana **Manuali** (226)

Domanico Marco < 1983->

Interventi strutturali post-sisma: Riparazione, miglioramento
e adeguamento post-sismico di strutture in c.a. e muratura /
Marco Domanico. – Grafill, 2018.

(Manuali, 226)

ISBN 978-88-8207-979-6

1. Edilizia – Zone sismiche.

690 CDD-23

SBN Pal0305036

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di aprile 2018

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Disegno di copertina / Elaborato con risorse Freepik (it.freepik.com)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

INDICE

INTRODUZIONE.....	p.	7
PREMESSA ALLE NTC18.....	"	9
1. LA FASE DI EMERGENZA.....	"	13
1.1. La dichiarazione dello stato di emergenza.....	"	13
1.2. Centri operativi di emergenza.....	"	13
1.2.1. La Di.Coma.C.	"	14
1.3. L'attività di censimento danni.....	"	15
1.3.1. La scheda AeDES.....	"	15
1.3.2. La scheda FAST	"	18
1.3.3. La classificazione del danno	"	19
1.4. I dati sulle verifiche di agibilità	"	20
1.5. Le soluzioni abitative di emergenza	"	22
2. ASPETTI INTRODUTTIVI	"	23
2.1. Le fasi della ricostruzione.....	"	23
2.2. Le tipologie edilizie esistenti	"	24
2.3. Le tipologie di intervento.....	"	26
2.4. I costi della ricostruzione.....	"	26
2.5. Gli uffici speciali per la ricostruzione.....	"	28
2.6. <i>Governance</i> ricostruzione	"	28
3. LE INDAGINI SULLE STRUTTURE	"	30
3.1. Premessa	"	30
3.2. Prove strutture in muratura	"	30
3.3. Prove strutture in calcestruzzo armato.....	"	33
3.4. Livello di conoscenza strutture in muratura	"	36
3.5. Livello di conoscenza strutture in c.a.	"	38
3.6. Normative e valori di resistenza dell'epoca.....	"	39
4. INTERVENTI LOCALI.....	"	40
4.1. Premessa	"	40
4.2. Strutture in c.a.	"	40

4.2.1.	Rinforzo dei nodi	p.	41
4.2.2.	Rinforzo dei solai	"	43
4.2.3.	Rinforzo elementi secondari	"	44
4.2.4.	Riparazione di lesioni.....	"	45
4.3.	Strutture in muratura.....	"	45
4.3.1.	Lo studio dei meccanismi locali.....	"	46
4.3.2.	Le catene	"	47
4.3.3.	L'FRP nei meccanismi locali	"	49
4.3.4.	I tessuti in acciaio in sostituzione delle catene	"	49
4.3.5.	Il rinforzo delle strutture voltate	"	50
4.3.6.	Le cerchiature e le piattabande.....	"	53
4.3.7.	Riparazione di lesioni.....	"	55
4.3.8.	Muri in falso.....	"	56
4.3.9.	Cordolo.....	"	58
4.4.	Strutture in legno	"	59
4.4.1.	Il rinforzo dei solai in legno.....	"	59
4.4.2.	Il rinforzo di elementi in legno	"	60
5.	MIGLIORAMENTO SISMICO	"	61
5.1.	Premessa	"	61
5.2.	Strutture in c.a.....	"	62
5.2.1.	Utilizzo materiali compositi.....	"	63
5.2.2.	Incamiciatura elementi in c.a.	"	63
5.2.3.	Inserimento di nuovi setti in c.a.	"	66
5.2.4.	Inserimento di controventi in acciaio.....	"	67
5.2.5.	Il metodo CAM.....	"	68
5.3.	Strutture in muratura.....	"	68
5.3.1.	L'abbandono dell'intonaco armato	"	69
5.3.2.	Iniezioni di miscele leganti	"	71
5.3.3.	Uso dei materiali compositi	"	72
5.3.4.	Utilizzo della precompressione.....	"	73
5.3.5.	Inserimento nuovi muri.....	"	73
5.3.6.	Interventi sui solai.....	"	75
5.4.	Il rinforzo delle fondazioni	"	75
5.4.1.	Allargamento delle fondazioni	"	76
5.4.2.	Micropali	"	78
6.	ADEGUAMENTO SISMICO	"	79
6.1.	Premessa	"	79
6.2.	L'isolamento sismico	"	80
6.2.1.	Isolatori elastomerici.....	"	82
6.2.2.	Isolatori a scorrimento	"	83
6.2.3.	Inserimento isolatori su edifici esistenti.....	"	85
6.2.4.	Accettazione dei dispositivi di isolamento.....	"	85

6.3.	I controventi dissipativi	p.	87
6.4.	La demolizione e ricostruzione.....	"	88
7.	GUIDA ALLE ORDINANZE DELLA RICOSTRUZIONE	"	91
7.1.	Premessa	"	91
7.2.	Stesura e ambiti delle ordinanze commissariali.....	"	91
7.3.	Ordinanze che disciplinano più elementi della ricostruzione	"	94
7.3.1.	Ordinanza n. 3/2016.....	"	94
7.3.2.	Ordinanza n. 7/2016.....	"	94
7.3.3.	Ordinanza n. 10/2016.....	"	95
7.3.4.	Ordinanza n. 12/2017 e ss.mm.ii.....	"	96
7.4.	Ordinanze che disciplinano la ricostruzione privata di edifici con danni lievi.....	"	98
7.4.1.	Ordinanza n. 4/2016 e ss.mm.ii.....	"	98
7.4.2.	Ordinanza n. 8/2016 e ss.mm.ii.....	"	100
7.5.	Ordinanze che disciplinano la ricostruzione privata di edifici con danni gravi.....	"	101
7.5.1.	Testo coordinato ordinanza n. 19/2017 e ss.mm.ii.....	"	102
8.	CONCLUSIONI	"	105
	APPENDICE 1	"	109
–	O.C.S.R. 17 NOVEMBRE 2016, N. 4 – <i>Riparazione immediata di edifici e unità immobiliari ad uso abitativo e produttivo danneggiati dagli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi, temporaneamente inagibili.</i>	"	111
–	O.C.S.R. 14 DICEMBRE 2016, N. 8 – <i>Determinazione del contributo concedibile per gli interventi immediati di riparazione e rafforzamento locale su edifici che hanno subito danni lievi a causa degli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi.</i>	"	119
–	O.C.S.R. 7 APRILE 2017, N. 20 – <i>Modifiche all'ordinanza n. 4 del 17 novembre 2016, all'ordinanza n. 8 del 14 dicembre 2016, ordinanza n. 9 del 14 dicembre 2016 ed all'ordinanza n. 15 del 27 gennaio 2017.</i>	"	128
	APPENDICE 2	"	143
–	O.C.S.R. 7 APRILE 2017, N. 19 – con le modifiche apportate dalle Ordinanze n. 21 del 28 aprile 2017 e n. 28 del 9 giugno 2017 – <i>Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016.</i>	"	145

BIBLIOGRAFIA, NORMATIVA E RISORSE WEB.....	p.	191
– BIBLIOGRAFIA.....	"	191
– NORMATIVA	"	191
– RISORSE WEB	"	192
 INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO	 "	 193
– Note sul software incluso	"	193
– Requisiti hardware e software	"	193
– Download del software e richiesta della password di attivazione.....	"	193
– Installazione ed attivazione del software	"	194

INTRODUZIONE

Se si guarda alla mappa di pericolosità sismica Europea ci si renderà conto che il nostro paese è uno dei più sismici del continente. A dimostrarlo sono il susseguirsi dei fenomeni tellurici con effetti catastrofici come il sisma di L'Aquila nel 2009, il sisma dell'Emilia 2012 e gli ultimi eventi sismici del Centro Italia a far data dal 24 agosto 2016.

È in questo quadro che si inserisce la presente pubblicazione, a supporto dei tecnici che si accingono ad operare nelle zone interessate dagli ultimi terremoti. Il testo si propone di fornire una carrellata completa delle metodologie d'intervento che il tecnico si può trovare a mettere in opera durante la ricostruzione. L'obiettivo è quello di fornire agli ingegneri, architetti e geometri un riferimento snello che consenta di avere a portata di mano tutte le casistiche più comuni.

Il volume è strutturato in categorie d'intervento: locali, miglioramento sismico e adeguamento sismico. Ogni categoria è poi suddivisa per tipologia strutturale e tecnica d'intervento. Le diverse tecniche sono sinteticamente descritte e all'occorrenza sono forniti i riferimenti bibliografici per l'approfondimento o per il calcolo.

L'utente a cui si rivolge è il tecnico che, dovendo gestire una pratica di ricostruzione, prima di affidarsi a uno specialista del calcolo strutturale, ha necessità di inquadrare il problema e definire un progetto di massima degli interventi di riparazione del danno, di miglioramento o adeguamento sismico. Solo avendo una panoramica completa delle diverse metodologie d'intervento si può avere un quadro chiaro su come intervenire sulle strutture danneggiate dal sisma.

Anche se le tecniche d'intervento illustrate si riferiscono alla ricostruzione post sisma non sono utili solo a seguito di un evento calamitoso. In realtà è proprio il contrario, le stesse metodologie possono essere impiegate come interventi di protezione sismica, le quali, se messe in opera per tempo, possono evitare crolli totali e rovinosi delle strutture portanti. Prevenzione, e non solo intervento a posteriori, dovrebbe essere la stella polare dell'agire tecnico italiano.

L'Autore

PREMESSA ALLE NTC18

Le Norme Tecniche per le Costruzioni si affacciano in maniera ufficiale nel panorama legislativo italiano con il D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 29 del 24 febbraio 2008. Le NTC08, insieme alla circolare esplicativa, non trovarono immediata applicazione, ma ne fu posticipata l'entrata in vigore al 30 giugno 2010 per consentire ai tecnici di familiarizzare meglio con le novità introdotte. Le NTC08 prevedono, infatti, l'abbandono delle tensioni ammissibili in favore della progettazione agli stati limite ultimi con approccio semiprobabilistico. Il testo normativo aveva quindi l'arduo compito di traghettare le Norme Tecniche italiane verso l'approccio progettuale europeo sancito dagli Eurocodici. Il sisma del 2009 a L'Aquila ha però precorso i tempi di entrata in vigore e il D.L. 28 aprile 2009, n. 39 ha decretato l'applicazione delle NTC08 a partire dal 30 giugno 2009.

Le NTC08 hanno visto quindi la prima massiccia applicazione con i progetti del sisma 2009 e 2012, accompagnando i progettisti per quasi dieci anni. L'aggiornamento delle NTC08 è stato un tema molto dibattuto sin dal 2015 in cui iniziò a circolare una bozza di revisione delle Norme Tecniche. La revisione non stravolgeva l'impianto generale della norma, ma ne andava a calibrare alcuni aspetti critici emersi durante la sua applicazione. Nonostante fosse pacifico prevedere un aggiornamento, nonostante fosse stato predisposto il testo di aggiornamento e fosse stato approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, per motivi burocratici, hanno continuato a rimanere nel limbo senza trovare una pubblicazione ufficiale.

Il 17 gennaio 2018, nel Supplemento Ordinario n. 8 allegato alla *Gazzetta Ufficiale* n. 42 del 20 febbraio 2018, è stato finalmente pubblicato in *Gazzetta Ufficiale* il decreto di aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni che quindi prenderanno l'acronimo di NTC18. Il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 «*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*», che è entrato in vigore il 22 marzo 2018, prevede un periodo transitorio differenziato per opere private e opere pubbliche.

Il Decreto 17 gennaio 2018 consta di tre articoli:

- L'articolo 1 approva le NTC18, specificando che le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il D.M. 14 gennaio 2008.
- L'articolo 2 indica, invece, le seguenti disposizioni transitorie:

Opere pubbliche

- Si può continuare a utilizzare le NTC08 per tutte le opere che sono in esecuzione alla data di entrata in vigore delle NTC18.
- Per tutti i contratti pubblici di lavori affidati prima del 22 marzo 2018, purché la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni, è possibile continuare a utilizzare fino all'ultima delle opere strutturali ed al deposito del certificato di collaudo statico le NTC08.

CAPITOLO 1

LA FASE DI EMERGENZA**1.1. La dichiarazione dello stato di emergenza**

La Legge n. 225/1992 e ss.mm.ii. [1B] prevede la dichiarazione dello *stato di emergenza* in concomitanza di «*calamità naturali [...] che in ragione della loro intensità ed estensione debbono, con immediatezza d'intervento, essere fronteggiate con mezzi e poteri straordinari da impiegare durante limitati e predefiniti periodi di tempo*». Al verificarsi di eventi calamitosi il Consiglio dei Ministri delibera lo *stato d'emergenza*, fissandone la durata e determinandone l'estensione territoriale con specifico riferimento alla natura e alla qualità degli eventi, attivando l'esercizio del potere di ordinanza. La durata della dichiarazione dello *stato di emergenza* non può superare i 180 giorni ed è prorogabile di ulteriori 180 giorni.

Per l'attuazione degli interventi da effettuare durante lo *stato di emergenza* si provvede a mezzo di ordinanze in deroga ad ogni disposizione vigente. L'attuazione delle ordinanze è curata dal Capo del Dipartimento della protezione civile. Con le ordinanze si dispone, nel limite delle risorse disponibili, in ordine:

- a) all'organizzazione ed all'effettuazione dei servizi di soccorso e di assistenza alla popolazione interessata dall'evento;
- b) al ripristino della funzionalità dei servizi pubblici e delle infrastrutture di reti strategiche, entro i limiti delle risorse finanziarie disponibili;
- c) alla realizzazione di interventi, anche strutturali, per la riduzione del rischio residuo strettamente connesso all'evento, entro i limiti delle risorse finanziarie disponibili e comunque finalizzate prioritariamente alla tutela della pubblica e privata incolumità;
- d) alla ricognizione dei fabbisogni per il ripristino delle strutture e delle infrastrutture, pubbliche e private, danneggiate, nonché dei danni subiti dalle attività economiche e produttive, dai beni culturali e dal patrimonio edilizio, da porre in essere sulla base di procedure definite con la medesima o altra ordinanza;
- e) all'avvio dell'attuazione delle prime misure per far fronte alle esigenze urgenti di cui alla lettera d), entro i limiti delle risorse finanziarie disponibili e secondo le direttive dettate con delibera del Consiglio dei ministri, sentita la Regione interessata.

La **ricostruzione post sisma** inizia dalla dichiarazione dello *stato di emergenza* e dalla ricognizione dei danni subiti dal patrimonio edilizio di cui alla lettera d). Nei paragrafi seguenti si descrivono le fasi successive che portano al censimento dei danni provocati dal sisma.

1.2. Centri operativi di emergenza

La gestione della fase emergenziale a seguito della dichiarazione dello stato di emergenza è affidata ai centri operativi emergenziali [1A].

La gestione dell'emergenza si articola in quattro livelli:

- 1) *Livello nazionale.* È rappresentato dal Dipartimento Protezione Civile Nazionale e dal Capo Dipartimento. Insieme al DPC troviamo la Commissione Grandi Rischi (famosa alle cronache nazionali per le vicende accadute a L'Aquila), la Sala Situazione Italia e la Di.Coma.C di cui parleremo in seguito più approfonditamente.
- 2) *Livello regionale.* A questo livello è possibile trovare il CCR (Centro Coordinamento Regionale) e il SOI (Sala Operativa Integrata Protezione Civile), o COR (Centro Operativo Regionale).
- 3) *Livello provinciale.* A questo livello è presente il COM (Centro Operativo Misto).
- 4) *Livello comunale.* A questo livello troviamo il COI (Centro Operativo Intercomunale) quando questo si occupa di più Comuni e il COC (Centro Operativo Comunale) quando invece si occupa di un solo Comune.

La necessità di questa articolata struttura piramidale è oggi più chiara a seguito degli eventi sismici che hanno colpito il Centro Italia a far data dal 24 agosto 2016. I territori colpiti, infatti, hanno interessato più regioni, ma all'interno di esse solo un numero limitato di comuni. Pertanto, la struttura piramidale descritta garantisce una regia nazionale unitaria insieme a una presenza puntuale sui territori colpiti.

I centri operativi emergenziali sono:

- 1) **DI.COMA.C.** – La Direzione Comando e Controllo che rappresenta l'organo di coordinamento nazionale dei diversi centri emergenziali. È dislocata nell'area interessata dall'evento (ad esempio per gli eventi sismici 2016 è stata collocata a Rieti).
- 2) **C.C.S.** – Il Centro di Coordinamento Soccorsi che riceve le richieste di intervento e soccorso ed elabora, in accordo con il Prefetto, le strategie di intervento per il superamento dell'emergenza in corso.
- 3) **C.O.M.** – Il Centro Operativo Misto che coordina le attività di emergenza di più Comuni e si trova in una posizione non vulnerabile ed equidistante dai Comuni in gestione colpiti.
- 4) **C.O.C.** – Il Centro Operativo Comunale (attivato dal Sindaco) che gestisce l'emergenza. Il C.O.C. informa la cittadinanza sul grado di esposizione al rischio, provvede all'attuazione e al coordinamento di tutte le necessarie procedure per l'attivazione dei soccorsi e per il superamento dell'emergenza.

La conoscenza di massima delle strutture operative, così come descritte, è utile al tecnico che svolge attività di ricostruzione post sisma per comprendere i vari soggetti attivati e le funzioni da essi svolte. In realtà la descrizione effettuata non è che una panoramica delle diverse funzioni. Tra i centri operativi emergenziali, si ritiene opportuno approfondire il ruolo della DI.COMA.C. nel censimento danni.

1.2.1. La Di.Coma.C.

Questo centro operativo, di livello nazionale, posto nei luoghi interessati dal sisma, ha carattere apicale nella gestione dell'emergenza. Le sue funzioni sono diverse: tecnico-scientifica, di pianificazione, censimento danni, ecc.. La funzione più interessante per la futura ricostruzione è la funzione censimento danni e agibilità post sismica.

La DI.COMA.C., in coordinamento con gli altri soggetti interessati, organizza l'impiego di squadre di tecnici esperti per la valutazione dei danni e dell'agibilità post sisma di edifici e altre strutture (edilizia pubblica e privata, infrastrutture, attività produttive, beni monumentali, ecc.). La funzione prevede il reclutamento e la gestione dei tecnici; la gestione e programmazione

ASPETTI INTRODUTTIVI

2.1. Le fasi della ricostruzione

Le ricostruzioni passate, in atto (L'Aquila) e in divenire (Centro Italia) sono tutte caratterizzate da fasi operative diverse tra loro che si intercettano per alcuni periodi di tempo.

La prima fase è sicuramente la nomina del Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione. In molti casi questa figura è stata ricoperta dai Presidenti del Consiglio della Regione in cui si è verificato l'evento calamitoso. Nel sisma del Centro Italia, invece, questa carica è stata affidata dal Governo a una persona terza, essendo diverse le Regioni colpite, nominando come vice commissari i Presidenti di Regione. Il Commissario svolge la sua attività regolatoria della ricostruzione attraverso lo strumento dell'ordinanza. Le ordinanze disciplinano gli iter da seguire per ottenere il contributo di riparazione dei danni conseguenti al sisma. Non sempre il Commissario ha a disposizione una struttura di personale da dirigere, questo dipende dall'estensione del sisma. Negli eventi più recenti, essendo per i piccoli Comuni impossibile gestire la mole di lavoro istruttoria necessaria, sono stati creati degli uffici appositi denominati appunto «Uffici Speciali per la Ricostruzione» che gestiscono l'iter normativo definito dalle ordinanze. Le funzioni dell'USR sono descritte nell'ultimo paragrafo di questo capitolo.

La prima fase di ogni ricostruzione è costituita dalla costruzione di un impalcato normativo per la richiesta del contributo. L'iter normativo è emanato dal Commissario e attuato burocraticamente da uffici creati *ad hoc*.

La fase successiva è la cosiddetta «ricostruzione leggera». Questo tipo di ricostruzione è associata a esiti «B» e «C» AeDES. I danni che si riscontrano su edifici in muratura sono lesioni non passati su elementi portanti, mentre su edifici in c.a. si hanno lesioni su elementi secondari e lesioni poco visibili su elementi strutturali. Per garantire la ripresa dei territori colpiti e diminuire la popolazione assistita, questo tipo di ricostruzione è la prima a essere messa in atto. Infatti, gli interventi da eseguire sono di riparazione del danno e di rafforzamento locale. Si parla quindi di importi lavori per unità immobiliare bassi e tempi di lavoro brevi.

Dopo la ricostruzione leggera si procede con l'avvio della «ricostruzione pesante». La ricostruzione pesante si suddivide a sua volta in due fasi: la ricostruzione delle periferie e la ricostruzione dei centri storici. Non necessariamente ricostruzione leggera e pesante si svolgono in tempi completamente diversi, ma bisogna tenere presente che gli uffici danno priorità all'istruttoria delle pratiche di riparazioni veloci, che una volta avviato il cantiere consentono il rientro della popolazione in pochi mesi. Una certezza, invece, è che la ricostruzione pesante dei centri storici avverrà per ultima.

La ricostruzione pesante delle periferie si svolge su edifici che hanno riportato danni gravi e sui quali si richiede un risultato di miglioramento sismico rispetto alla condizione preesistente. Negli anni si è consolidato un limite minimo di miglioramento sismico pari al 60% di quello previsto per le nuove costruzioni da edificare nel medesimo sito. Fuori dai centri storici si inter-

viene per lo più su edifici in cemento armato e su abitazioni in muratura con pochi piani. Questo tipo di ricostruzione prevede un intervento diffuso sul fabbricato oggetto di lavori. Le diverse tecniche di consolidamento saranno discusse in un capitolo dedicato.

La ricostruzione pesante dei centri storici riguarda quasi esclusivamente edifici in muratura e passa per la redazione di strumenti urbanistici che ne regolano il processo. I «*piani di ricostruzione*» sono strumenti urbanistici, predisposti dalle amministrazioni Comunali, che disciplinano in maniera puntuale le tipologie di intervento eseguibili, gli elementi caratteristici del centro da preservare, il piano del colore, ecc.. Senza questi strumenti la ricostruzione pesante non può prendere il via. I tempi più lunghi di ricostruzione pesante nei centri storici sono anche dovuti alla necessità di prevedere un intervento unitario su interi comparti edilizi (aggregazione abitativa delimitata da fronti stradali). I comparti hanno un numero di proprietari tale da rallentare il processo decisionale antecedente la presentazione del progetto.

In *figura 2.1* le fasi della ricostruzione.

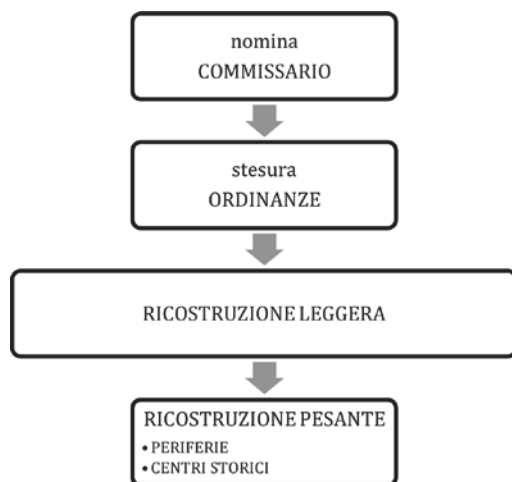


Figura 2.1. *Iter ricostruzione post-sisma*

Un elemento da aggiungere al quadro è il flusso di denaro. L'elemento chiarisce anche perché da un punto di vista politico le fasi sono successive. A parità di finanziamento stanziato, infatti, possono attivarsi più cantieri di ricostruzione leggera, dando subito un'impressione positiva sull' incisività dell'operato del Governo. Viceversa, la ricostruzione dei centri storici, vista la sua complessità, è quella che richiede più risorse economiche e più tempo di lavoro, dunque meno spendibile al fine di pubblicizzare l'avvio della ricostruzione.

2.2. Le tipologie edilizie esistenti

Le costruzioni su cui si interviene a seguito di un sisma differiscono non solo per la struttura sismo-resistente (muratura, acciaio, cemento armato), ma soprattutto per la tipologia edilizia. Senza approfondire l'argomento da un punto di vista architettonico o urbanistico, ci si può trovare a operare in una delle seguenti tipologie:

LE INDAGINI SULLE STRUTTURE

3.1. Premessa

Qualsiasi intervento su edifici esistenti passa da un'analisi attenta del manufatto oggetto di recupero. A differenza delle nuove costruzioni, dove il progettista sceglie le resistenze dei materiali ex-ante, e quindi le definisce anche in relazione alle richieste di resistenza, nelle costruzioni esistenti le resistenze dei materiali devono essere definite in situ.

Spesso questo studio iniziale dell'edificio viene trascurato dai tecnici e la normativa tecnica mal interpretata. Sia che si tratti di intervento locale o miglioramento sismico, non è possibile prescindere dalla conoscenza del manufatto. Qualora questo step della progettazione sia condotto in maniera lacunosa, certamente si avrà una ridotta affidabilità dei risultati di calcolo e problematiche successive di cantiere.

Il presente capitolo è scritto con riferimento al capitolo 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni ss.mm.ii. [3B]. Per semplicità, nel prosieguo del volume ci riferiremo alle Norme Tecniche [3B] come NTC18. Le NTC18 sono affiancate dalla Circolare esplicativa delle NTC08 [4B] che nel prosieguo sarà indicata con Circolare n. 617/2009.

Prima di effettuare il rilievo geometrico e le prove strutturali, di cui si parlerà nello specifico nei paragrafi seguenti, è necessario approntare un'*analisi storico-critica* della costruzione esistente così come descritto al § 8.5.1 delle NTC18. L'analisi consiste nel ricostruire la storia progettuale e costruttiva del manufatto. Un esempio, nel caso di strutture in c.a., può essere la ricerca in atti del progetto strutturale, della relazione a strutture ultimate e del collaudo, oppure, per le strutture in muratura, effettuare ricerche sulla storia edificatoria del fabbricato per comprendere se ci sono state sopraelevazioni, modificazioni o terremoti subiti. Tutto questo al fine di meglio pianificare le operazioni di rilievo e indagine che saranno eseguite successivamente sulle strutture.

3.2. Prove strutture in muratura

Le indagini che possono effettuarsi sulle murature sono di diverso tipo. Esse sono classificabili in *moderatamente distruttive* (i danni arrecati ai paramenti murari sono di lieve entità) e *non distruttive*. Si differenziano anche per la qualità dei risultati forniti e per la possibilità di esecuzione. Durante la definizione della campagna di indagine da eseguire sul fabbricato oggetto di intervento occorre tenere in conto delle peculiarità delle diverse tipologie di indagini, che sono di seguito elencate.

- » **Ispezione diretta.** La prova consta nella demolizione dell'intonaco per effettuare un'indagine visiva della muratura e valutarne a vista le seguenti caratteristiche: consistenza della malta, spessore dei giunti di malta, pezzatura degli elementi, tessitura, ammorsatura dei cantonali. Queste indagini possono essere usate per calcolare l'IQM (Indice Qualità Muraria) formulato

dal Prof. Borri [4A]. L'IQM consente di stimare le resistenze delle murature in situ. La stima può essere poi relazionata alla tabella C8A.2.1 della Circolare n. 617/2009.



Figura 3.1. *Ispezione diretta tessitura muraria*

- 】 **Termografia.** L'indagine, attraverso l'uso di una termocamera, è utile a caratterizzare le murature in maniera qualitativa. La termocamera è in grado di rilevare le temperature dei corpi analizzati attraverso la misurazione dell'intensità di radiazione infrarossa emessa dal corpo in esame. L'indagine può individuare la presenza di cordoli in c.a. nelle strutture in muratura. Insieme all'indagine visiva eseguita localmente, può estendere i risultati sull'intero maschio murario oggetto di indagine termografica e visiva.
- 】 **Prove soniche.** L'indagine non distruttiva consente di ottenere risultati qualitativi sulla muratura. Le indagini consistono nella generazione di un'onda sonica mediante battitura con martello strumentato. L'onda generata viene intercettata da un sensore ricevitore. Le indagini sono utili per individuare la presenza di vuoti, difetti e lesioni. Ancora più utile è la valenza nel controllare le caratteristiche della muratura prima e dopo interventi di consolidamento con iniezioni. Le iniezioni, infatti, diminuiscono la presenza di vuoti nella struttura muraria e quindi si può controllare la buona riuscita dell'intervento. In conclusione occorre precisare che l'indagine è qualitativa e non esistono correlazioni tra le velocità delle onde soniche e le caratteristiche meccaniche delle murature.
- 】 **Georadar.** Il georadar è uno strumento che misura l'eco prodotto da segnali a radiofrequenza quando incontrano oggetti con differenti caratteristiche elettriche. Molto diffuso nella geotecnica e nella prospezione di sottoservizi, può essere utilizzato similmente alle prove soniche nelle indagini sulle murature. Un impiego molto efficace è l'uso nell'individuazione della tessitura dei solai nelle strutture in muratura e non.

INTERVENTI LOCALI

4.1. Premessa

Gli interventi locali fanno capo ai paragrafi 8.4.1 NTC18 e 8.4.3 della relativa Circolare n. 617/2009. L'incipit del capitolo è inevitabilmente la descrizione data dalla circolare [4B] per questi interventi: *«Rientrano in questa categoria tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso»*.

Condizione principe per definire un intervento di tipo locale è **non modificare il comportamento globale delle strutture**. Questi interventi, infatti, non richiedono un calcolo dell'intera costruzione, ma solo la verifica dell'elemento che si va a sostituire o a rafforzare. Interventi che incrementano la rigidezza delle strutture (intonaco armato per le murature o incamiciatura elementi per le strutture in c.a.) non sono da considerarsi locali. Quando l'intervento non è classificabile come locale, per esso è richiesto un rilievo completo della struttura e un'analisi sismica complessiva del fabbricato.

Pertanto, in questo capitolo si riportano tutti gli interventi annoverabili in questa categoria e tipicamente eseguibili a seguito di un evento sismico. Gli interventi, come si spiegherà nel seguito, possono essere messi in opera anche come *«messa in sicurezza»* delle strutture per futuri eventi sismici. Per la sicurezza delle strutture in muratura questo tipo di interventi riveste un ruolo cardine.

4.2. Strutture in c.a.

Gli interventi locali eseguibili su strutture in c.a. sono essenzialmente di due categorie:

- 1) interventi su elementi strutturali (travi, pilastri, fondazioni, solai, ecc.);
- 2) interventi su elementi non strutturali (chiusure verticali, ecc.).

Ambo gli interventi sono sempre presenti nella ricostruzione post-sisma di edifici in c.a. danneggiati dal sisma, in particolare sono quelli svolti nella fase di ricostruzione leggera.

Le NTC18, con l'approccio agli stati limite ultimi (SLU), hanno reso centrale la cura dei dettagli costruttivi per strutture da costruirsi in zona sismica. Tra le maggiori novità, spesso osteggiata nella cantierizzazione del progetto, ci sono le staffature dei nodi. I dettagli costruttivi garantiscono il comportamento dissipativo della struttura in fase sismica e dunque l'assunzione di un certo fattore di struttura 'q' nell'abbattimento dello spettro elastico necessario alla definizione dell'azione sismica. In passato i nodi delle strutture in c.a. non presentavano alcuna accortezza costruttiva. I nodi delle strutture intelaiate sono zone di forte concentrazione tensionale in con-

comitanza di eventi sismici. Terremoti recenti, infatti, hanno dimostrato come i nodi siano particolarmente vulnerabili (*figura 4.1*).



Figura 4.1. *Nodo danneggiato struttura intelaiata in c.a. (Amatrice 2016)*

Pertanto, è possibile assumere l'intervento sui nodi delle strutture in c.a. come primario rispetto a tutti gli altri, il primo su cui investire per aumentare la sicurezza strutturale. Altri interventi strutturali devono essere eseguiti solo dopo aver rinforzato i nodi.

Alla stregua dei rinforzi nodali abbiamo la messa in sicurezza delle tamponature. Tutti i recenti eventi sismici hanno mostrato come questi elementi secondari siano tra i più danneggiati delle costruzioni in c.a.. Anche se lo scheletro portante non collassa, l'espulsione delle tamponature è pericolosa all'esterno della costruzione. Pertanto, oltre alla riparazione delle lesioni, sarà sempre opportuno prevedere per questi elementi secondari mirati interventi di messa in sicurezza e rinforzo.

In *figura 4.1*, è possibile vedere i due fenomeni prima descritti: il danneggiamento del nodo con espulsione dei copriferrì (mancanza di staffatura) ed espulsione delle tamponature. L'elemento rappresentato è un nodo d'angolo che, come vedremo, sono quelli più vulnerabili. Le tipologie di intervento proposte in questo capitolo si applicano anche nella ricostruzione pesante (edifici con esito E).

4.2.1. Rinforzo dei nodi

I nodi travi pilastro su cui operare i rinforzi sono i nodi non confinati. Essi sono i nodi d'angolo (due travi) e i nodi perimetrali (tre travi). I nodi non confinati sono più vulnerabili rispetto ai nodi confinati per due ragioni:

- 1) sono soggetti all'azione della tamponatura, in particolare nei nodi d'angolo dove quest'azione non è contrastata da una opposta (es. nodi perimetrali);

MIGLIORAMENTO SISMICO

5.1. Premessa

Gli interventi di miglioramento sismico fanno capo ai paragrafi 8.4.2 NTC18 e 8.4.2 della Circolare n. 617/2009. Si riporta la definizione contenuta in [4B] per questo tipo di intervento: *«In generale ricadono in questa categoria tutti gli interventi che, non rientrando nella categoria di adeguamento, fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali, così che il comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche, ne sia significativamente modificato. Ovviamente la variazione dovrà avvenire in senso migliorativo, ad esempio impegnando maggiormente elementi più resistenti, riducendo le irregolarità in pianta e in elevazione, trasformando i meccanismi di collasso da fragili a duttili».*

Dunque, gli interventi di miglioramento sismico prevedono un incremento della sicurezza sismica (almeno 10%) valutata secondo un indicatore di rischio sismico (i_R) espresso in percentuale. L'indicatore di rischio è definito come il rapporto tra l'accelerazione di capacità (PGA_C) e l'accelerazione di domanda (PGA_D):

$$i_R = (PGA_C) / (PGA_D) \quad [\%]$$

La PGA_D è definita, per il sito di riferimento in cui sorge la costruzione, dalle NTC18 [3B] come specificato al paragrafo 3.2. Più precisamente la PGA_D indica l'accelerazione orizzontale massima al sito definita nelle NTC18 come a_g . L'indice di rischio può essere calcolato su roccia (suolo di tipo A) o rispetto al suolo del sito di costruzione, è importante che le due PGA rimangano omogenee. La PGA_C , invece, è calcolata dal progettista che con analisi dinamiche o push-over determina l'accelerazione sismica di capacità per la costruzione.

L'indicatore di rischio i_R corrisponde al rapporto ζ_E definito al paragrafo 8.3 NTC18, che può assumere un valore massimo unitario.

Le ordinanze per la ricostruzione degli ultimi eventi sismici, compresi quelli del Centro Italia, hanno sempre determinato come soglia minima di miglioramento sismico il 60% dell'azione sismica definita per una nuova costruzione dalle NTC18. Dunque, un edificio danneggiato dal sisma, a seguito degli interventi di riparazione e miglioramento sismico, deve soddisfare la condizione $i_R > 60\%$. Lo stesso livello minimo di sicurezza $\zeta_E = 0,6$ è definito dalle NTC18 per gli interventi di miglioramento sismico di edifici in classe III e IV. Se ai non addetti questi livelli di sicurezza possono sembrare bassi, chi si occupa di edifici esistenti sa quanto può essere complicato raggiungere questi risultati di progetto. Sulle strutture in cemento armato il 60% di sicurezza sismica non rappresenta un ostacolo insuperabile; il cantiere è agevole, le strutture sono regolari, gli elementi resistenti spesso di buona qualità. Nelle strutture in muratura, invece, soprattutto nei centri storici, le difficoltà sono numerose: qualità muraria scarsa, irregolarità in pianta ed elevazione, difficoltà a inserire nuovi elementi resistenti.

Gli incrementi di resistenza e rigidità saranno realizzati con le tecniche descritte nel seguito del capitolo. Di fondamentale importanza, così come richiesto dalla norma tecnica, è il calcolo di due indicatori di rischio:

- *ante-operam*. Lo strutturista, dopo aver svolto le indagini sui materiali e il rilievo geometrico strutturale (v. capitolo 3), definisce, attraverso l'indicatore di rischio, la resistenza alle combinazioni sismiche (SLV) della struttura nella sua configurazione attuale;
- *post-operam*. Lo strutturista, dopo aver inserito nel modello strutturale tutti gli interventi necessari a ottenere la soglia di miglioramento sismico definita in progetto, definisce l'indicatore di rischio ex-post, cioè l'azione sismica che la struttura rinforzata sarà in grado di fronteggiare a un successivo evento sismico.

L'intervento di miglioramento sismico non può prescindere dall'analisi strutturale prima e dopo l'intervento; solo così è possibile dimostrare la bontà delle tecniche di rinforzo adottate.

5.2. Strutture in c.a.

Le strutture in cemento armato sono, insieme alle strutture in muratura, le più comuni nell'edilizia italiana destinata all'uso abitativo. Sfortunatamente, il patrimonio edilizio esistente, escludendo gli edifici di recente costruzione, non rispetta i canoni della progettazione antisismica più recente. Le NTC08 [3B], infatti, hanno reso centrale la progettazione allo stato limite ultimo (SLU), rendendo obsoleto l'approccio di progettazione alle tensioni ammissibili (rimangono le verifiche SLE a valle della progettazione SLU). In zona sismica è stato introdotto, seguendo la filosofia degli Eurocodici, il criterio di gerarchia delle resistenze. Il criterio, che trova maggiormente applicazione nella progettazione di nuovi edifici, si fonda sulla realizzazione di zone dissipative «cerniere plastiche» alle estremità delle travi capaci di dissipare l'energia in ingresso al sistema sviluppata dal sisma. Se nella progettazione dei nuovi edifici questi criteri consentono alle strutture di avere una resistenza residua superato l'SLU, per gli edifici esistenti l'approccio è differente, ma sono conservati, seppur con diversa metodologia, i principi base. Prima di procedere con la descrizione delle tecniche di miglioramento sismico più comuni, è opportuno dare delle precisazioni sui metodi di analisi utilizzabili nella progettazione degli edifici esistenti.

Le analisi sismiche e le relative verifiche strutturali possono essere condotte, secondo quanto disposto dal paragrafo C8.7.2.4 della Circolare n. 617/2009, con una delle seguenti modalità:

- *Analisi statica lineare con spettro elastico*: la verifica è svolta in termini di deformazione (meccanismi duttili) e resistenza (meccanismi fragili);
- *Analisi statica con fattore di struttura q* : verifica in termini di resistenza sia per i meccanismi duttili che per i meccanismi fragili;
- *Analisi statica non lineare*: detta anche analisi push-over, consiste in una verifica in termini di spostamento ultimo associando il sistema multigrado di libertà a un oscillatore semplice equivalente,
- *Analisi dinamica non lineare*: utilizzata per scopi scientifici o casi di analisi strutturali raffinate.

Quasi tutti i software commerciali di progettazione strutturale implementano i primi tre metodi per l'analisi di edifici esistenti. La scelta del metodo rimane alla sensibilità del progettista strutturale, ma occorre fare alcune importanti precisazioni sull'iter delle verifiche, spesso disatteso. I metodi più impiegati sono l'analisi con fattore di struttura e l'analisi push-over.

ADEGUAMENTO SISMICO

6.1. Premessa

Gli interventi di adeguamento sismico fanno capo ai paragrafi 8.4.3 NTC18 e C8.4.1 della Circolare n. 617/2009. L'adeguamento sismico è un intervento di progetto su una struttura esistente che ne innalza i livelli di sicurezza agli standard definiti dalle NTC18 [3B]. La circolare n. 617/2009 [4B], al paragrafo C8.4.1, precisa quanto segue: *«la valutazione della sicurezza, nel caso di intervento di adeguamento, è finalizzata a stabilire se la struttura, a seguito dell'intervento, è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC, con il grado di sicurezza richiesto dalle stesse. Non è, in generale, necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi valide per le costruzioni nuove, purché il progettista dimostri che siano garantite comunque le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità previste per i vari stati limite»*.

Quindi, quando si parla di valutazione della sicurezza ci si riferisce genericamente alle combinazioni contenute nelle NTC, pertanto il progetto di adeguamento sismico di un fabbricato esistente deve necessariamente prevedere le verifiche di sicurezza SLU e SLV (in alternativa SLC), salvo per le costruzioni di classe d'uso IV per le quali sono richieste anche le verifiche SLE specificate al 7.3.6.

Nel caso in cui le verifiche SLU per azioni statiche non sia soddisfatte ($\zeta_{f,i} < 1.0$), il progettista dovrà prevedere idonei interventi strutturali oppure restringere l'uso della porzione di costruzione i -esima indicando il massimo sovraccarico variabile che può essere da essa sopportato.

Il paragrafo 8.4.3. di [3B] prescrive l'obbligo di adeguamento sismico della costruzione a chiunque intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiore al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui all'equazione 2.5.2 del paragrafo 2.5.3 NTC18, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

Nei casi *a)*, *b)* e *d)*, per la verifica della struttura, si deve avere $\zeta_E \geq 1.0$. Nei casi *c)* ed *e)* si può assumere $\zeta_E \geq 0.80$.

Le casistiche che obbligano l'adeguamento sismico dell'edificio sono state riscritte rispetto alle NTC08 e si presentano più chiare, fornendo al progettista strutturale elementi di dettaglio per calibrare il suo intervento di progetto come miglioramento o come adeguamento. La forte novità introdotta dalle NTC18 è la possibilità di considerare intervento di adeguamento sismico ai sensi delle NTC18 anche strutture con indicatore di rischio inferiore al 100%, ma che ricadano nei casi *c)* ed *e)*. Pertanto, prima di procedere con il progetto di un edificio privato o pubblico, classificato con esito «E», è opportuno valutare se modifiche strutturali rilevanti, come definite al punto *d)*, obblighino il progettista ad adeguare la costruzione.

L'intervento di adeguamento sismico, a meno di edifici strategici, non è previsto nella casistica di rimborso per le costruzioni danneggiate dal sisma. Infatti, per gli edifici con danni gravi (esito «E») è previsto un contributo per un miglioramento sismico definito dall'indicatore di rischio $i_R = (PGA_C) / (PGA_D)$ compreso tra il 60% e l'80%. Inoltre, nel caso in cui la sicurezza sismica proposta in progetto superi l'80% ($i_R > 80\%$), il costo degli interventi strutturali necessario ad innalzare la sicurezza oltre l'80% deve essere preso in carico dal committente e non può essere coperto dal contributo pubblico per la riparazione del danno. Questo tipo di approccio è stato seguito in tutte le ricostruzioni attualmente in essere. Il principio può sembrare contraddittorio, in realtà tiene conto dell'eccessivo aumento dei costi di riparazione quando il progetto dell'intervento tende all'adeguamento sismico.

L'adeguamento di una struttura esistente è compito arduo sia in termini di costi sia in termini di spazi fisici dove inserire gli interventi di rinforzo. Adeguare sismicamente un edificio storico, senza demolire in maniera diffusa, con murature di scarsa qualità, geometrie irregolari, parametri edilizi da rispettare (conservazione di sagoma e volumetria), è un obiettivo di progetto difficilmente raggiungibile. Il suo raggiungimento include certamente un onere economico rilevante in termini di lavori di consolidamento.

Nel caso in cui, invece di consolidare l'edificio esistente, si procede alla demolizione e ricostruzione dell'edificio danneggiato dal sisma, allora il progetto del nuovo implica un $i_R = 100\%$ (adeguamento sismico) e un costo completamente coperto dal contributo pubblico. La limitazione $i_{Rmax} = 80\%$ è da considerarsi solo nel caso di intervento di riparazione.

Il presente capitolo tratta dell'adeguamento sismico, intervento per lo più previsto nella casistica di demolizione e ricostruzione di edifici danneggiati dal sisma. Le tecniche illustrate possono essere impiegate sia in interventi di miglioramento sismico sia di adeguamento sismico di edifici esistenti, sia in edifici di nuova costruzione. Le tecniche, infatti, consentono, se correttamente applicate e progettate, di ridurre a zero (o far tendere a zero) i danni dovuti a un sisma di magnitudo rilevante. Pertanto, anche in un'ottica di prevenzione, si dovrà tenere in debita considerazione quanto illustrato nei paragrafi seguenti.

6.2. L'isolamento sismico

Un evento sismico induce sulle costruzioni delle forze d'inerzia proporzionali alle masse strutturali e alle masse portate. L'intensità di queste azioni dipendono oltreché dalle masse anche dalla violenza dell'evento sismico (pericolosità del sito) e dal sito di costruzione: tipologia di suolo e caratteristiche topografiche. Ogniqualvolta occorre un evento sismico le costruzioni

GUIDA ALLE ORDINANZE DELLA RICOSTRUZIONE

7.1. Premessa

I capitoli precedenti hanno illustrato le tecniche di intervento oggi disponibili per il consolidamento di edifici esistenti. Le tecniche potranno essere utilizzate sia su edifici danneggiati da eventi sismici, sia su edifici da rinforzare perché vulnerabili.

Le tecniche illustrate trovano la loro maggiore applicazione nelle tre ricostruzioni oggi in atto in Italia: L'Aquila, Emilia, Centro Italia. Se le prime due si trovano in uno stato avanzato, quella del Centro Italia è sicuramente la ricostruzione che rimarrà attiva nel lungo periodo e che ad oggi non ha ancora avuto un avvio concreto.

Pertanto, in questo capitolo si propone una guida alle ordinanze della ricostruzione del Centro Italia attraverso una sintesi commentata degli aspetti principali. Lo scopo è quello di fornire un riferimento sintetico al tecnico che si propone di lavorare nel campo della ricostruzione. I testi completi delle ordinanze possono essere trovati sul sito del Commissario per la ricostruzione [5C], alcuni di essi per completezza di trattazione sono forniti in *appendice*.

Le tecniche di intervento devono essere calate nel contesto normativo delle ordinanze per non rischiare di redigere progetti poi incompatibili con i confini normativi da esse definiti. Un errore comune commesso dai tecnici che si trovano a operare nei contesti del sisma è quello di progettare interventi senza tener conto dei numerosi vincoli delle ordinanze. Progettare come nel privato, senza preoccuparsi se ci siano limiti di spesa a una certa categoria di intervento o se quel tipo di intervento sia finanziabile oppure no, può portare in sede di istruttoria a severe richieste di integrazione.

7.2. Stesura e ambiti delle ordinanze commissariali

La stesura delle ordinanze da parte del Commissario delegato dal Governo prende le mosse dalle istanze presentate dalla società civile. Dopo aver recepito queste istanze, il Commissario predispose la bozza di ordinanza confrontandosi con tutti gli attori istituzionali. La proposta di ordinanza deve poi essere approvata dalla Cabina di Coordinamento. Quest'ultima è composta dai Vice Commissari alla ricostruzione, cioè i Presidenti delle quattro Regioni colpite (Abruzzo, Lazio, Marche, Umbria). Una volta approvata l'ordinanza, essa è inviata per un controllo alla Corte dei Conti e successivamente pubblicata.

In *figura 7.1* è rappresentato il diagramma di lavoro che porta alla pubblicazione di un'ordinanza commissariale. Lo schema è tratto dal rapporto sulle attività del Commissario alla ricostruzione.

Il Commissario ha anche istituito un Comitato Tecnico Scientifico, che ha il compito di elaborare e definire strategie di intervento virtuose da applicare alla ricostruzione. Il lavoro di questo Comitato è poi trasferito nelle ordinanze che andranno a governare la ricostruzione.

Ogni evento sismico prevede una propria produzione normativa. Molti ritengono che si dovrebbe utilizzare un modello standard di normativa per la ricostruzione post-sisma, anche per far sì che le norme siano immediatamente pronte a essere operative dopo il terremoto.



Figura 7.1. *Flusso di lavoro seguito per la stesura delle ordinanze commissariali*

In realtà non ci si può affidare a un unico modello per due ordini di ragioni: il contributo dello stato alla ricostruzione non è scontato, ma deve essere stabilito a ogni evento; i territori colpiti, l'entità dei danni, le esigenze del momento, sono difficilmente interpretabili con un codice di norme standard. Pertanto, ad ogni evento sismico, la *governance* della ricostruzione è definita *ex novo*. Ovviamente si seguono a grandi linee i modelli precedenti (Emilia, Abruzzo), cercando di eliminare i punti di debolezza.

Le ordinanze commissariali segnano i binari su cui la ricostruzione dovrà correre. Sono orientate a garantire la legalità, la trasparenza e la velocità della ricostruzione.

Le ordinanze del commissario disciplinano diversi ambiti della ricostruzione che vanno dall'organizzazione amministrativa degli uffici preposti a istruire i progetti fino alla ricostruzione pubblica. I principali temi delle ordinanze, di cui si riporta anche il prospetto di *tabella 7.1*, possono essere così riassunti:

CONCLUSIONI

L'Italia è un paese con una sismicità rilevante, a rimarcarlo è il susseguirsi degli ultimi terremoti distruttivi che hanno colpito varie aree della Penisola: L'Aquila, Emilia, Centro Italia. I terremoti recenti hanno dimostrato l'inadeguatezza del patrimonio edilizio esistente. Le maggiori criticità si trovano nei centri storici con strutture in muratura prive di qualsiasi risorsa di resistenza alle azioni orizzontali.

Molti dei collassi che si sono verificati sono da imputare all'assenza di coesione tra i blocchi della muratura per via della disintegrazione delle malte leganti. Gli edifici in c.a. più contemporanei non si sono distinti per solidità e non sono stati meno vulnerabili di quanto visto per le strutture in muratura. Alcuni, specie quelli bassi, si sono comportati bene, registrando al più danni lievi. Altri, invece, hanno manifestato carenze negli elementi secondari (tamponature a cassetta, camini, manti di copertura divelti, ecc.), ma soprattutto nelle strutture portanti. Strutture in c.a. collassate a seguito del sisma hanno evidenziato assenza di armature sufficienti, cattiva qualità dei calcestruzzi, mancanza di previsioni progettuali adeguate.

Nel contesto appena descritto è chiamato ad agire il tecnico che si occuperà di progettare e seguire i lavori di riparazione e/o ricostruzione degli edifici danneggiati dal sisma. Se le Istituzioni hanno il compito di avviare la ripresa dei territori colpiti, il tecnico rappresenta il punto di collegamento tra le Istituzioni e il committente. Il tecnico è il regista del post-sisma. Egli, su incarico del committente, si occupa di pensare il progetto di recupero e di preparare tutti gli incartamenti per richiedere il contributo economico necessario all'avvio dei lavori.

Non tutti i tecnici sono esperti di ricostruzione o di tecniche di intervento su edifici esistenti. Spesso i progetti sono il prodotto di team con all'interno diversi specialisti: strutturisti, impiantisti, architetti, coordinatori per la sicurezza, direttori dei lavori. Il coordinatore del team sarà il tecnico incaricato dal committente, che ricoprirà uno o più ruoli di quelli prima citati. Nel caso in cui ci si affidi a uno strutturista per il progetto strutturale di rafforzamento locale, miglioramento o adeguamento sismico, è opportuno che il tecnico del committente abbia una visione completa delle possibili tecniche di recupero. In questo modo, egli può gestire al meglio il team e il progetto al fine di indirizzare le scelte di intervento e distribuire le voci di spesa.

Nello svolgere il ruolo di team leader il tecnico del committente dovrà conoscere le tematiche proposte nel volume: la fase di emergenza, le fasi della ricostruzione, i costi parametrici orientativi di intervento, le indagini sulle strutture, le tipologie di interventi locali, le metodologie di miglioramento e adeguamento sismico.

Le tecniche più usate per interventi locali, miglioramento e adeguamento sismico non sono applicabili solo dopo un evento sismico, anzi, al fine di salvaguardare la vita umana, dovrebbero essere messe in campo in maniera immediata. Infatti, occorrerebbe sanare le vulnerabilità più accentuate delle strutture esistenti prima che esse si possano manifestare con danni significativi a seguito di terremoti.

In conclusione al volume si riportano, per ciascun capitolo, alcune considerazioni già esposte, ma che devono essere un punto di riferimento per i tecnici chiamati a occuparsi di ricostruzione post-sisma.

» *La fase di emergenza*

È caratterizzata dalla definizione di edifici agibili e edifici non agibili. In questa fase i proprietari devono richiedere un sopralluogo da parte dei tecnici volontari della protezione civile. Il giudizio dei tecnici della protezione civile non è insindacabile e vi si può fare appello con una perizia tecnica di parte dettagliata. La valutazione di inagibilità, quando determinata da un tecnico di parte, è uno step assai delicato. Tramite essa si accede al contributo e quindi una valutazione grossolanamente errata può essere considerata in futuro una forma di danno erariale.

» *Costi della ricostruzione*

Sono definiti tramite ordinanze del Commissario alla ricostruzione, sono costi parametrici in base all'esito di agibilità o al livello di danno riportato. Questi costi non sono derogabili se non con accollo ai proprietari. Molti tecnici commettono l'errore di progettare l'intervento, computare i costi e, infine, anche se essi risultano superiori a quelli stabiliti, di richiedere il contributo. A meno di casi straordinari, occorre pensare a un intervento che rimanga all'interno dei costi fissati tramite le ordinanze. Lo scotto potrebbe essere rifare il progetto.

» *Indagini sulle strutture*

La conoscenza geometrica e dei materiali è alla base di ogni progetto di intervento su edifici esistenti. Il piano delle indagini deve essere definito con attenzione al numero minimo e alla tipologia di indagini richieste dalle NTC08. Non si può definire il livello di conoscenza raggiunto sulla base di proprie supposizioni, ma ci si deve basare sul dettato normativo. Così facendo si eviteranno indagini strutturali integrative richieste dagli uffici preposti al controllo.

» *Interventi locali*

Il fatto di essere locali non significa che essi siano meno significativi degli interventi sovraordinati (miglioramento e adeguamento). Essi rappresentano la maggior parte dei cantieri di ricostruzione, non richiedono grandi impegni di calcolo e consentono alla popolazione di rientrare rapidamente nei territori colpiti. Se gli interventi locali fossero applicati a tappeto sul patrimonio edilizio esistente, essi consentirebbero di evitare molti dei collassi più rovinosi visti negli ultimi terremoti. Nelle strutture in muratura sono propedeutici ad ogni altro intervento. Non si può procedere al miglioramento o all'adeguamento di strutture in muratura senza aver studiato gli interventi locali da mettere in opera contro i meccanismi di primo modo. Per essere considerato locale, l'intervento non deve alterare il comportamento globale della costruzione.

» *Miglioramento sismico*

Spesso è l'unica strada percorribile nel recupero delle strutture esistenti. È il compromesso tra conservazione del bene e sicurezza degli occupanti. Le percentuali minime e massime di miglioramento sismico definite dalle ordinanze non sono derogabili. Prima di scegliere le tecniche di intervento è necessario individuare le vulnerabilità e le criticità preminenti. Le strategie di consolidamento saranno scelte di conseguenza. È necessario svolgere le verifiche richie-

APPENDICE 1

O.C.S.R. 17 NOVEMBRE 2016, N. 4

Riparazione immediata di edifici e unità immobiliari ad uso abitativo e produttivo danneggiati dagli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi, temporaneamente inagibili.

G.U.R.I. 28/11/2016, N. 278

Il Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione nei territori dei comuni delle Regioni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria interessati dall'evento sismico del 24 agosto 2016:

Visto il decreto-legge n. 189 del 17 ottobre 2016, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 244 del 18 ottobre 2016, ed in particolare gli articoli 2, comma 1, lettera b), e comma 5, lettera d), 3, 5, 6, 8 e 33;

Visto il decreto-legge 11 novembre 2016, n. 205, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 264 dell'11 novembre 2016, ed in particolare l'art. 9;

Considerato che gli eventi sismici del 24 agosto 2016 hanno prodotto danni ingenti al patrimonio edilizio-abitativo nonché a parte del sistema produttivo dei comuni interessati, rendendo necessarie le conseguenti verifiche di agibilità compiute da personale tecnico, il quale ha operato sotto il coordinamento della Dicomac ed ha compilato schede AeDES, a norma del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 5 maggio 2011, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 113 del 17 maggio 2011, con esiti differenziati dalla lettera A alla lettera F;

Considerato che alle diverse classificazioni di agibilità corrispondono livelli di gravità del danno diversificati e che pertanto si è ritenuto opportuno operare una graduazione degli interventi di riparazione e recupero a cominciare da quelli che possono essere eseguiti con maggior rapidità, in modo da agevolare il pronto rientro dei cittadini nelle abitazioni che hanno subito danni consistenti, ma non gravi, e comunque riparabili con interventi di rafforzamento locale che consentano il ripristino immediato dell'agibilità;

Considerato altresì che, per gli ulteriori danni causati dai successivi eventi sismici del 26 e 30 ottobre 2016, tenuto conto delle difficoltà di ottenere celermente la predisposizione di nuove schede AeDES ovvero l'aggiornamento di quelle precedentemente compilate, nonché dell'ampliamento del novero dei comuni interessati ai sensi dell'art. 1 del decreto-legge 11 novembre 2016, n. 205, è stata prevista dall'art. 9 del medesimo decreto l'effettuazione di procedure speditive da disciplinare con apposite ordinanze di protezione civile, sulla base delle quali gli immobili con danni lievi avrebbero potuto essere dichiarati non utilizzabili;

Vista l'ordinanza del Capo Dipartimento di protezione civile n. 405 del 10 novembre 2016, che ha disciplinato un'attività di ricognizione preliminare dei danni al patrimonio edilizio privato da compiersi utilizzando una scheda FAST (Fabbricati per l'agibilità sintetica post-terremoto), con l'obiettivo di selezionare gli edifici agibili distinguendoli da quelli non utilizzabili nell'immediato;

Ritenuto quindi di dover individuare, quale prima misura per il rientro nelle proprie abitazioni delle famiglie sgomberate o per la ripresa delle attività economiche danneggiate, la immediata riparazione delle unità immobiliari destinate ad uso abitativo o produttivo che sono state ogget-

O.C.S.R. 14 DICEMBRE 2016, N. 8***Determinazione del contributo concedibile per gli interventi immediati di riparazione e rafforzamento locale su edifici che hanno subito danni lievi a causa degli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi.***

Il Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione nei territori dei Comuni delle Regioni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria interessati dall'evento sismico del 24 agosto 2016, Vasco Errani, nominato con decreto del Presidente della Repubblica 9 settembre 2016, ai sensi dell'art. 11 della legge 23 agosto 1988, n. 400:

Visto il decreto legge 17 ottobre 2016, n. 189, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 244 del 18 ottobre 2016;

Visto il decreto legge 11 novembre 2016, n. 205, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 264 dell'11 novembre 2016;

Visto l'articolo 2, comma 1, lettera *b)*, del decreto legge n. 189 del 2016, il quale prevede che il Commissario straordinario coordina gli interventi di ricostruzione e riparazione degli immobili privati di cui al Titolo II, Capo I del medesimo decreto, sovrintendendo all'attività dei Vice Commissari di concessione ed erogazione dei relativi contributi e vigilando sulla fase attuativa degli stessi;

Visto l'articolo 2, comma 2, del medesimo decreto legge n. 189 del 2016, il quale prevede che il Commissario straordinario provvede anche a mezzo di ordinanze, nel rispetto della Costituzione, dei principi generali dell'ordinamento giuridico e delle norme dell'ordinamento europeo;

Visto l'articolo 5, comma 2, lettera *a)*, del medesimo decreto legge n. 189 del 2016, il quale prevede che il Commissario straordinario, con provvedimenti adottati ai sensi del precitato articolo 2, comma 2, in coerenza con i criteri stabiliti nel decreto stesso, provvede all'erogazione dei contributi, sulla base dei danni effettivamente verificatisi, fino al 100% delle spese occorrenti, per far fronte agli interventi di riparazione, ripristino o ricostruzione degli immobili di edilizia abitativa e a uso produttivo e per servizi pubblici e privati, e delle infrastrutture, dotazioni territoriali e attrezzature pubbliche distrutti o danneggiati, in relazione al danno effettivamente subito;

Visto l'articolo 2, comma 1, lettera *f)*, del medesimo decreto legge n. 189 del 2016, il quale prevede che ai fini del riconoscimento dei contributi nell'ambito dei territori interessati dagli eventi sismici il Commissario straordinario, con provvedimenti adottati ai sensi dell'articolo 2, comma 2, provvede a stabilire i parametri per la determinazione del costo degli interventi ed i costi parametrici;

Visti l'articolo 8 del medesimo decreto legge n. 189 del 2016 e l'articolo 9 del decreto legge n. 205 del 2016, che disciplinano gli interventi di immediata esecuzione sugli edifici che hanno riportato danni lievi, al fine di favorire il rientro nelle unità immobiliari interessate e il ritorno alle normali condizioni di vita e di lavoro;

Vista l'ordinanza del Commissario straordinario n. 4 del 17 novembre 2016, pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 278 del 28 novembre 2016, con la quale è stata dettata la disciplina di det-

O.C.S.R. 7 APRILE 2017, N. 20

Modifiche all'ordinanza n. 4 del 17 novembre 2016, all'ordinanza n. 8 del 14 dicembre 2016, ordinanza n. 9 del 14 dicembre 2016 ed all'ordinanza n. 15 del 27 gennaio 2017.

Il Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione nei territori dei Comuni delle Regioni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria interessati dall'evento sismico del 24 agosto 2016, Vasco Errani, nominato con decreto del Presidente della Repubblica 9 settembre 2016, ai sensi dell'articolo 11 della legge 23 agosto 1988, n. 400:

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri del 25 agosto 2016, recante “*Dichiarazione dello stato di emergenza in conseguenza degli eccezionali eventi sismici che il giorno 24 agosto 2016 hanno colpito il territorio delle Regioni Abruzzo, Lazio, Marche ed Umbria*”;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica del 9 settembre 2016 con cui il sig. Vasco Errani è stato nominato Commissario Straordinario del Governo, ai sensi dell'articolo 11 della legge 23 agosto 1988, n. 400 e successive modificazioni, ai fini della ricostruzione nei territori dei Comuni delle Regioni di Abruzzo, Lazio, Marche ed Umbria interessati dall'evento sismico del 24 agosto 2016;

Vista la delibera del Consiglio dei Ministri del 27 ottobre 2016, recante l'*estensione degli effetti della dichiarazione dello stato di emergenza adottata con la delibera del 25 agosto 2016 in conseguenza degli ulteriori eccezionali eventi sismici che il giorno 26 ottobre 2016 hanno colpito il territorio delle Regioni Lazio, Marche, Umbria e Abruzzo*”;

Vista la delibera del Consiglio dei Ministri del 31 ottobre 2016, recante l'*ulteriore estensione degli effetti della dichiarazione dello stato di emergenza adottata con la delibera del 25 agosto 2016 in conseguenza degli ulteriori eccezionali eventi sismici che il giorno 30 ottobre 2016 hanno nuovamente colpito il territorio delle Regioni Lazio, Marche, Umbria e Abruzzo*”;

Vista la delibera del Consiglio dei ministri del 20 gennaio 2017, con la quale sono stati ulteriormente estesi, in conseguenza degli ulteriori eventi sismici che hanno colpito nuovamente i territori delle Regioni Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria in data 18 gennaio 2017, nonché degli eccezionali fenomeni meteorologici che hanno interessato i territori delle medesime Regioni a partire dalla seconda decade dello stesso mese, gli effetti dello stato di emergenza dichiarato con la predetta delibera del 25 agosto 2016;

Visto il decreto legge 17 ottobre 2016, n. 189, pubblicato in *Gazzetta Ufficiale* 18 ottobre 2016, n. 244, recante “*Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dal sisma del 24 agosto 2016*”, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 294 del 17 dicembre 2016;

Visto il decreto legge 9 febbraio 2017, n. 8, pubblicato in *Gazzetta Ufficiale* 9 febbraio 2017, n. 33, recante “*Nuovi interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici del 2016 e del 2017*”;

APPENDICE 2

O.C.S.R. 7 APRILE 2017, N. 19 con le modifiche apportate dalle Ordinanze n. 21 del 28 aprile 2017 e n. 28 del 9 giugno 2017

Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016.

Il Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione nei territori dei Comuni delle Regioni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016, Vasco Errani, nominato con decreto del Presidente della Repubblica 9 settembre 2016, n. 2542, ai sensi dell'articolo 11 della legge 23 agosto 1988, n. 400:

Visto il decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 244 del 18 ottobre 2016, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 294 del 17 dicembre 2016, modificato e integrato dal decreto-legge 9 febbraio 2017, n. 8, e in particolare:

- l'articolo 2, comma 1, lettera *b*), il quale prevede che il Commissario straordinario coordina gli interventi di ricostruzione e riparazione degli immobili privati di cui al Titolo II, Capo I del medesimo decreto, sovrintendendo all'attività dei Vice Commissari di concessione ed erogazione dei relativi contributi e vigilando sulla fase attuativa degli stessi;
- l'articolo 2, comma 2, il quale prevede che il Commissario straordinario provvede anche a mezzo di ordinanze, nel rispetto della Costituzione, dei principi generali dell'ordinamento giuridico e delle norme dell'ordinamento europeo;
- l'articolo 5, comma 1, lettera *f*), il quale prevede che ai fini del riconoscimento dei contributi nell'ambito dei territori interessati dagli eventi sismici il Commissario straordinario, con provvedimenti adottati ai sensi dell'articolo 2, comma 2, provvede a stabilire i parametri per la determinazione del costo degli interventi ed i costi parametrici;
- l'articolo 3, comma 3, il quale prevede che gli Uffici speciali per la ricostruzione, fra l'altro, curano l'istruttoria per il rilascio delle concessioni di contributi e tutti gli altri adempimenti relativi alla ricostruzione privata;
- l'articolo 5, comma 1, lettera *a*), n. 2), il quale prevede che il Commissario straordinario, con provvedimenti adottati ai sensi dell'articolo 2, comma 2, provvede a individuare i contenuti del processo di ricostruzione e ripristino del patrimonio danneggiato, e fra questi gli interventi di ripristino con miglioramento sismico o ricostruzione puntuale con adeguamento sismico delle abitazioni e attività produttive danneggiate o distrutte che presentano danni gravi;
- l'articolo 5, comma 2, lettera *a*), il quale prevede che il Commissario straordinario, con provvedimenti adottati ai sensi del precitato articolo 2, comma 2, in coerenza con i criteri stabiliti nel decreto stesso, provvede all'erogazione dei contributi, sulla base dei danni effettivamente verificatisi, fino al 100% delle spese occorrenti, per far fronte, fra l'altro, agli interventi di riparazione, ripristino o ricostruzione degli immobili ad uso abitativo distrutti o danneggiati, in relazione al danno effettivamente subito;

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO

Note sul software incluso

Il software incluso¹ installa: norme nazionali in materia di costruzioni; ordinanze sulla ricostruzione post-sisma 2016; moduli e documenti utili per la ricostruzione; particolari di interventi strutturali in formato DXF.

L'installazione comprende:

- **FAQ** (risposte alle domande più frequenti);
- **Test base / Test avanzato** (verifiche sulla conoscenza dell'argomento).

Requisiti hardware e software

- Processore da 2.00 GHz;
- MS Windows Vista/7/8/10 (è necessario disporre dei privilegi di amministratore);
- MS .Net Framework 4 e vs. successive;
- 250 MB liberi sull'HDD;
- 2 GB di RAM;
- MS Word 2007 e vs. successive;
- Adobe Reader 11.x e vs. successive;
- Programma compatibile con file DXF (consigliato AutoCAD);
- Accesso ad internet e browser web.

Download del software e richiesta della password di attivazione

1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

http://www.grafill.it/pass/979_6.php

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**].
- 3) **Per utenti registrati** su www.grafill.it: inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d'uso e cliccare [**Continua**].
- 4) **Per utenti non registrati** su www.grafill.it: cliccare su [**Iscriviti**], compilare il form di registrazione e cliccare [**Iscriviti**], accettare la licenza d'uso e cliccare [**Continua**].
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati, in tempo reale, all'indirizzo di posta elettronica inserito nel form di registrazione.

¹ Il software incluso è parte integrante della presente pubblicazione e resterà disponibile nel menu **G-cloud** dell'area personale del sito www.grafill.it.

Installazione ed attivazione del software

- 1) Scaricare il setup del software (file *.exe) cliccando sul link ricevuto per e-mail.
- 2) Installare il software facendo doppio-click sul file **88-8207-980-2.exe**.
- 3) Avviare il software:

Per utenti MS Windows Vista/7/8: **[Start] > [Tutti i programmi] > [Grafill]**
 > **[Interventi strutturali post-sisma]** (cartella)
 > **[Interventi strutturali post-sisma]** (icona di avvio)

Per utenti MS Windows 10: **[Start] > [Tutte le app] > [Grafill]**
 > **[Interventi strutturali post-sisma]** (icona di avvio)

- 4) Compilare la maschera *Registrazione Software* e cliccare su **[Registra]**.

Registrazione Software

Cognome

Nome

Codice A

Password

[Richiedi Password](#)

- 5) Dalla finestra *Starter* del software sarà possibile accedere ai documenti disponibili.

