CRESME

ISI
Ingegneria Sismica Italiana

In collaborazione con Harley Dikkinson Associazione

Abstract

INCENTIVI E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO IN ITALIA

Cosa fare, come fare

CRESME Ricerche

ISI Ingegneria Sismica Italiana

In collaborazione con Harley Dikkinson Associazione

INCENTIVI E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO IN ITALIA

Cosa fare, come fare

Centro Ricerche Economiche, Sociologiche e di Mercato nell'Edilizia

Direzione
Lorenzo Bellicini

Gruppo di lavoro
Francesco Toso
Paola Reggio

Comunicazione e rapporti con la stampa
Barbara Dubretti
barbara.dubretti@cresme.it - 333/4999917

Copertina e Editing grafico
Gianni Stifani

www.cresme.it

Ingegneria Sismica Italiana

Direzione
Ing. Luca Ferrari

Gruppo di lavoro
Dott. Ing. Fabio Freddi
Ing. Chiara Antolini
Ing. Michele Angeletti
Ing. Andrea Barocci

www.ingegneriasismicaitaliana.com

Alessandro Colciago
Annalisa Ferrazzi

Con il sostegno di

Con il contributo di

Versione 2.6 - Dicembre, 2020

Tutti i diritti riservati.
Nessuna parte di questa pubblicazione può essere divulgata senza l'autorizzazione di CRESME e ISI.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

INDICE

1. DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DEL RISCHIO SISMICO 1
1.1. Introduzione 2
1.2. Il rischio sismico in Italia 2
1.2.1. La sismicità italiana in rapporto a quella mondiale 2
1.2.2. Sismicità storica e pericolosità sismica in Italia 4
1.3. L'andamento del fenomeno sismico 5
1.3.1. I terremoti avvenuti recentemente in Italia 5
1.3.2. I principali eventi negli anni Duemila: schede 9
1.4. I costi del rischio sismico 12
1.5. La classificazione sismica del territorio, le quattro zone 13
1.5.1. Premessa: cosa si intende per rischio sismico 13
1.5.2. La classificazione sismica 13
1.6. L'esposizione al rischio sismico 16
1.7. Gli ambiti territoriali di applicazione degli incentivi fiscali: le zone 1, 2, e 3 16
1.7.1. Le dimensioni del patrimonio edilizio 17
1.8. Riduzione del rischio: vulnerabilità e potenziale di intervento 20
1.8.1. Le caratteristiche del patrimonio edilizio 20
1.8.2. La misura del potenziale generabile dagli incentivi 22
1.8.3. Una possibile accelerazione e intensificazione: il Super Bonus nel Decreto "Rilancio" 23
FOCUS Analisi territoriale - Dimensioni e caratteristiche del rischio sismico in Puglia 25

2. POTENZIALITÀ DEGLI INCENTIVI FISCALI E LORO MODALITÀ DI APPLICAZIONE 39
2.1. Introduzione 40
2.2. Il rischio sismico in Italia e le politiche per la sua mitigazione 40
2.2.1. Come si riduce il rischio sismico 40
2.2.2. Le politiche di riduzione della vulnerabilità 41
2.2.3. Le Linee Guida sulla Classificazione del rischio sismico delle costruzioni 43
2.3. Le misure fiscali per la riduzione della vulnerabilità 45
2.3.1. Misure in vigore fino al 31 dicembre 2016 46
2.3.2. Le nuove detrazioni dal 1° gennaio 2017 46
2.3.3. La misura e la ripartizione della detrazione 47
2.3.4. Agevolazioni per interventi congiunti di riqualificazione energetica e miglioramento antisismico 47
2.3.5. Soggetti beneficiari 48
2.3.6. Misure specifiche per i condomini 49
2.3.6.1. La cessione del credito relativa alla detrazione per interventi condominiali antisismici 49
2.3.6.2. Come avviene la cessione 49
2.3.6.3. I controlli dell'Agenzia 50
2.3.7. Lo sconto in fattura 50
2.3.7.1. Ambito oggettivo 51
2.3.7.2. Ambito soggettivo 51
2.3.7.3. L'esercizio dell'opzione 51
2.3.7.4. Recupero dello sconto praticato da parte del fornitore come credito d'imposta 51
2.3.8. Pagamenti 52
2.3.9. Rischio di perdere l'agevolazione 52
2.3.10. Documenti da conservare 53

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

2.3.11. Misure per incentivare la sostituzione edilizia 53
2.3.12. Detraibilità delle spese assicurative contro il rischio sismico 54
2.3.13. Sintesi delle detrazioni 54
2.3.14. Le nuove misure legate al SuperBonus 55
2.3.14.1. Modifiche al D.M. 58/2017 58
2.4. Iter da seguire per accedere al *sismabonus* **59**
2.5. Modalità operative per la determinazione della classe di rischio **61**
2.5.1. Il metodo convenzionale 61
2.5.1.1. Perdita Annuale Media (PAM) 62
2.5.1.2. L'Indice di sicurezza (IS-V) 66
2.5.1.3. Determinazione della Classe di Rischio nel metodo convenzionale 66
Determinazione delle Accelerazioni di Picco - Determinazione dei periodi di ritorno Trc - Determinazione della frequenza media annua di superamento - Determinazione della percentuale del costo di ricostruzione - Determinazione della PAM - Determinazione dell'IS-V - Determinazione della Classe di Rischio
2.5.1.4. Alcune considerazioni sull'applicazione del metodo convenzionale 69
2.5.2. Il metodo semplificato 70
2.5.2.1. Intensità sismica e scala macrosismica europea EMS-98 70
2.5.2.2. Pericolosità e vulnerabilità dalla scala macrosismica EMS-98 70
2.5.2.3. Quantificazione dell'intensità sismica e del grado di danno 73
2.5.2.4. Determinazione della Classe di Rischio nel metodo semplificato 75
2.5.2.5. Corrispondenza tra le classi di rischio della EMS-98 e quelle delle Linee Guida 77
2.5.2.6. Interventi eseguibili per il passaggio di classe 78
2.5.2.7. Alcune considerazioni sull'applicazione del metodo semplificato 78
2.5.3. Edifici in c.a. e capannoni 79
2.5.3.1. Edifici industriali 79
2.5.3.2. Edifici in c.a. 79
2.5.4. Considerazioni conclusive 80

3. INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA **91**
3.1. Introduzione **82**
3.2. Interventi possibili: generalità **82**
3.2.1. Intervenire su un edificio: cosa ottenere? 82
3.2.2. Criteri di progettazione antisismica 83
3.2.2.1. Performance-Based Design, duttilità e gerarchia delle resistenze 83
3.2.2.2. Caratteristiche generali degli edifici 86
3.2.2.3. Vulnerabilità tipiche degli edifici esistenti 86
3.2.3. Interventi: approcci progettuali 89
3.2.3.1. Curva di capacità e curva di domanda 89
3.2.3.2. Confronto tra capacità e domanda per l'individuazione dell'intervento antisismico 90
3.3. Interventi che aumentano la capacità **93**
3.3.1. Edifici in c.a. – Interventi globali 94
3.3.1.1. Riduzione delle irregolarità degli edifici 94
3.3.1.2. Riduzione delle masse 96
3.3.1.3. Interventi sui giunti 96
3.3.1.4. Inserimento di pareti controventanti in c.a. 98
3.3.1.5. Inserimento di controventi metallici 100
3.3.2. Edifici in c.a. – Interventi locali 101
3.3.2.1. Incamiciatura in c.a. 101
3.3.2.2. Incamiciatura in acciaio 102

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

3.3.2.3. Fasciature in materiali fibrorinforzati (FRP) 103
3.3.2.4. Il sistema CAM 106
3.3.2.5. Interventi sui nodi 107
3.3.3. Edifici in muratura 111
3.3.3.1. Tecniche che mirano a raggiungere la scatolarità dell'edificio in muratura 111
3.3.3.2. Tecniche che mirano a ridurre la deformabilità dei solai 117
3.3.3.3. Tecniche che mirano ad accrescere la resistenza e duttilità delle murature 119
3.3.3.4. Consolidamento di strutture voltate e archi 126
3.3.4. Edifici prefabbricati in c.a. 128
3.3.4.1. Collegamento tra trave e pilastro mediante perni o funi 129
3.3.4.2. Collegamenti delle pareti perimetrali alle strutture principali 130
3.3.5. Sistemi di protezione passiva degli occupanti 131
3.3.5.1. Antiribaltamento tamponature 131
3.3.5.2. Antisfondellamento solai 131
3.3.5.3. Dispositivi di interruzione automatica della distribuzione di gas 132
3.3.5.4. Dispositivi di vincolo per impianti e condotte 132
3.4. Interventi che riducono la domanda **134**
3.4.1. Isolamento sismico 134
3.4.1.1. Generalità 134
3.4.1.2. Dispositivi 136
3.4.1.3. Tecnologie di intervento 137
3.4.2. Dispositivi per la dissipazione di energia 140
3.4.2.1. Dispositivi dipendenti dalla velocità 140
3.4.2.2. Dispositivi dipendenti dallo spostamento 144
3.4.2.3. Sistemi di controventamento esterno 150
3.4.2.4. Collegamento tra trave e pilastro mediante dispositivi di dissipazione energetica 150

4. ABACO DI INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA **151**
4.1. Interventi su componenti in c.a. **154**
4.1.1. Rinforzi strutturali: collegamenti e placcaggi in acciaio mediante ancoraggi post-installati 154
4.1.2. Riparazione travi e pilastri con malte duttili fibrorinforzate 159
4.1.3. Rinforzo di elementi strutturali in c.a., c.a.p. e murature mediante materiali compositi FRP - SRP 164
4.2. Interventi su componenti in muratura **171**
4.2.1. Rinforzo a taglio/trazione di maschi murari. Intervento con rete in fibra di vetro o basalto e malta fibrorinforzata FRCM 171
4.2.2. Consolidamento con intonaco armato con rete bidirezionale 176
4.2.3. Intonaco armato fibrorinforzato per rinforzo murature 181
4.2.4. Rinforzo antisismico di murature e c.a. mediante materiali compositi a matrice inorganica (malte strutturali) FRCM - SRG 186
4.3. Interventi di tipo globale **195**
4.3.1. Comportamento scatolare di edifici in muratura: realizzazione di orizzontamenti rigidi 195
4.3.2. Rinforzo estradossale di solai latero cementizi: intervento con malta fibroinforzata 198
4.3.3. Giunti strutturali: adeguamento di giunti non sismici 202
4.3.4. Giunti strutturali: inserimento dei giunti in edifici irregolari 205
4.3.5. Cappotto sismico: Contropareti per la riqualificazione sismica ed energetica di edifici esistenti 208
4.3.6. Giunti strutturali: Inserimento di giunti in edifici isolati alla base 213

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

4.3.7. L'isolamento sismico alla base degli edifici a mezzo dispositivi a semplice e doppia superficie curva di scorrimento (friction pendulum) 216
4.3.8. Murature di tamponamento esterno in calcestruzzo aerato autoclavato 223
4.4. Protezione passiva degli occupanti 229
4.4.1. Presidio sismico di partizioni secondarie e antisfondellamento solai. Intervento con tessuto in vetro 229
4.4.2. Riduzione della vulnerabilità mediante sostituzione dei tamponamenti con pannelli prearmati 233
4.4.3. Sistema antisfondellamento solai con MasterProtect 100 AF 236
4.4.4. Supporti antisismici per impianti 241
4.5. Opzione demolizione e ricostruzione 247
4.5.1. Strutture sismo-resistenti con tecnologie composite acciaio-calcestruzzo 247
4.5.2. Strutture sismoresistenti non dissipative a pareti portanti in cemento armato: Efficienza energetica e resistenza sismica 252
4.5.3. Utilizzo dell'armatura industrializzata Maplat® per la costruzione di nuovi moduli abitativi antisismici 258
4.5.4. Murature portanti in calcestruzzo aerato autoclavato 263
4.6. Ringraziamenti 269

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Capitolo 1

Dimensioni e caratteristiche del rischio sismico

di Paola Reggio e Francesco Toso

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

1. DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DEL RISCHIO SISMICO

1.1. Introduzione

Lo stato di fragilità che caratterizza il contesto territoriale italiano rispetto a sismi – ma anche a frane e alluvioni - è un dato di fatto. Il sisma che ha colpito il centro Italia a fine agosto 2016 mostra come, pur conoscendo la gravità del problema dell'esposizione al rischio naturale, non siamo pronti a convivere con le caratteristiche di fragilità del nostro Paese senza far pagare alla popolazione i costi del rischio.

Il CRESME negli ultimi anni ha sviluppato diverse analisi in merito alla dimensione del rischio sismico (e agli altri rischi naturali). I dati e le conoscenze riportate in questo capitolo sono tratte anche da quelle analisi[1] e dalla raccolta e dall'elaborazione delle informazioni messe a disposizione da più fonti tra cui il Dipartimento di Protezione Civile relativamente al rischio sismico, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) e da altri istituti specializzati.

Il tema centrale di questo capitolo, dunque, è l'attuale condizione di esposizione al rischio sismico a cui è sottoposto il territorio. In particolare in quegli ambiti territoriali considerati dalla normativa che regola gli incentivi fiscali per il miglioramento antisismico (*Sismabonus*).

I recenti disastri fanno emergere quanto il patrimonio edilizio esistente in Italia sia inadeguato ad affrontare gli eventi sismici più gravi, quanto la cultura del rischio e le tecniche costruttive abbiano margini di miglioramento. In questi anni il CRESME ha monitorato il problema dell'esposizione al rischio e ha ragionato sui costi: conviene più avere un piano di manutenzione del territorio o agire quando si verificano le emergenze? Com'è noto, lavorare costantemente sul territorio costa meno allo Stato e riduce l'esposizione al rischio della popolazione.

In questo capitolo si affronta, in successione: una panoramica sulla pericolosità sismica in Italia e sui costi sopportati, in termini di vite umane ed economici; la classificazione sismica, l'esposizione e gli ambiti di applicazione degli incentivi fiscali; la vulnerabilità del patrimonio edilizio e le risorse potenzialmente attivabili – attraverso lo stimolo del *Sismabonus,* per ridurre il rischio sismico.

1.2. Il rischio sismico in Italia

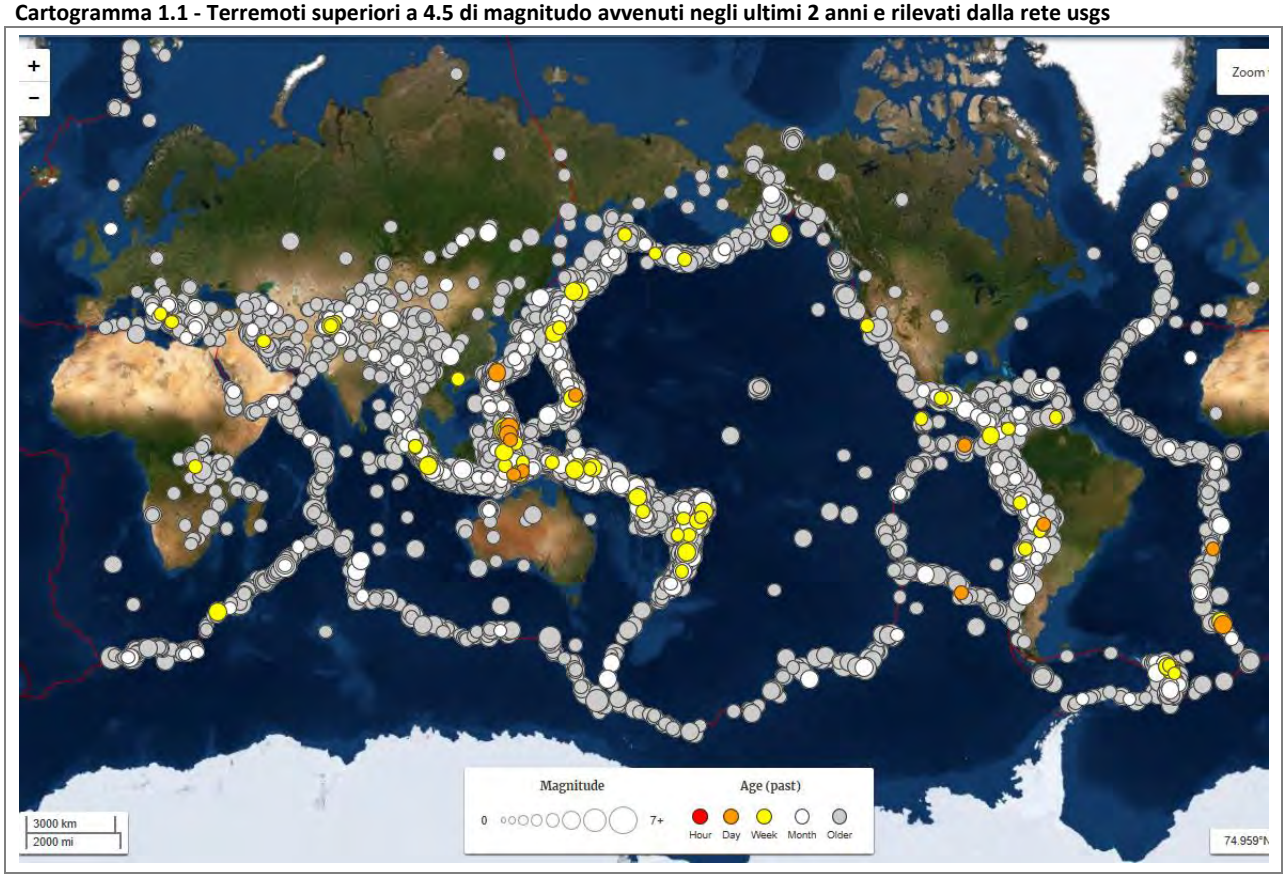
1.2.1. La sismicità italiana in rapporto a quella mondiale

L'Italia, se paragonata al resto del mondo, non è tra i siti dove si concentrano né i terremoti più forti né quelli più distruttivi. La pericolosità sismica del territorio italiano può considerarsi medio-alta nel contesto mediterraneo e addirittura modesta rispetto ad altre zone del pianeta. Infatti, ogni anno nel mondo accadono diversi milioni di terremoti, stando a quanto stima uno dei principali centri sismologici internazionali ovvero il National Earthquake Information Center (NEIC) del servizio geologico degli Stati Uniti. Il NEIC ne localizza ogni anno tra 12.000 e 14.000, di cui 60 sono classificati come significativi ossia in grado di produrre danni considerevoli o morti e circa 20 quelli di forte intensità, con magnitudo superiore a 7,0. Se per esempio, si consulta la mappa degli eventi avvenuti negli ultimi 2 anni di magnitudo superiore a 4.5, messa a disposizione dall'istituto U.S. Geological Survey (USGS), emerge nei 14.700 eventi i Paesi maggiormente colpiti da eventi disastrosi sono Sud America, Asia e Indonesia. Si raggiunge quota 277 per i soli eventi di magnitudo superiore a 6.0. Questo dato è confermato anche dalla semplice consultazione dei numerosi archivi storici esistenti relativi ai principali eventi.

1 Si ricordano fra gli altri: 2010, CRESME "Terra e sviluppo – Decalogo della Terra" – Studio per il Consiglio Nazionale dei Geologi; 2012, CRESME "Rapporto sullo stato del Territorio" – Rapporto per ANCE; 2014, CRESME "Rapporto sullo stato del Territorio" – Rapporto per ANCE e CNAPPC; 2017, CRESME "Rapporto sullo stato del Territorio" – Rapporto per CNAPPC

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

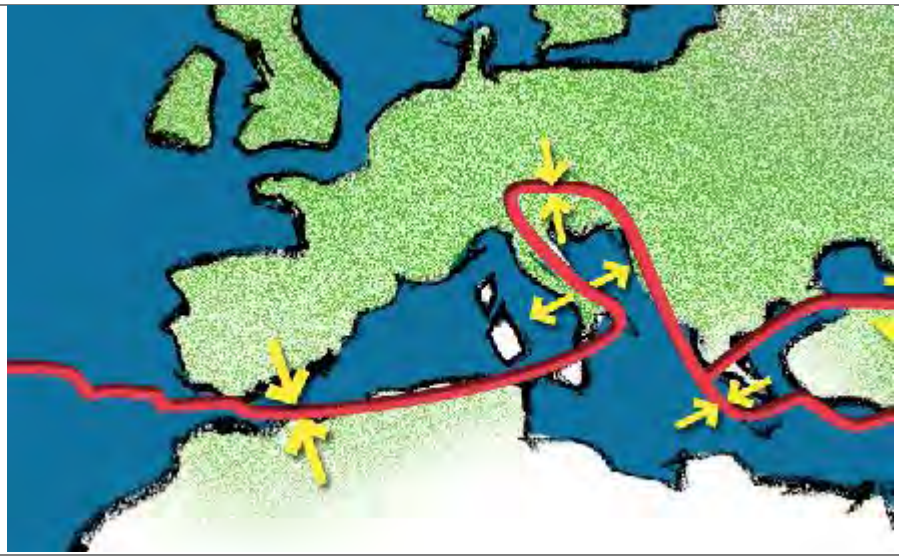
Cartogramma 1.1 - Terremoti superiori a 4.5 di magnitudo avvenuti negli ultimi 2 anni e rilevati dalla rete usgs



Fonte: sito http://earthquake.usgs.gov - ottobre 2019

La sismicità di un territorio è direttamente proporzionale alla frequenza con cui si manifestano terremoti. La sismicità Italiana dipende essenzialmente dal fatto che l'Italia è situata al margine di convergenza tra due grandi placche, quella africana e quella euroasiatica. Il movimento relativo tra queste due placche causa l'accumulo di energia e deformazione che occasionalmente vengono rilasciati sotto forma di terremoti di varia entità.

Cartogramma 1.2 - Le placche tettoniche nel Bacino del Mediterraneo



Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

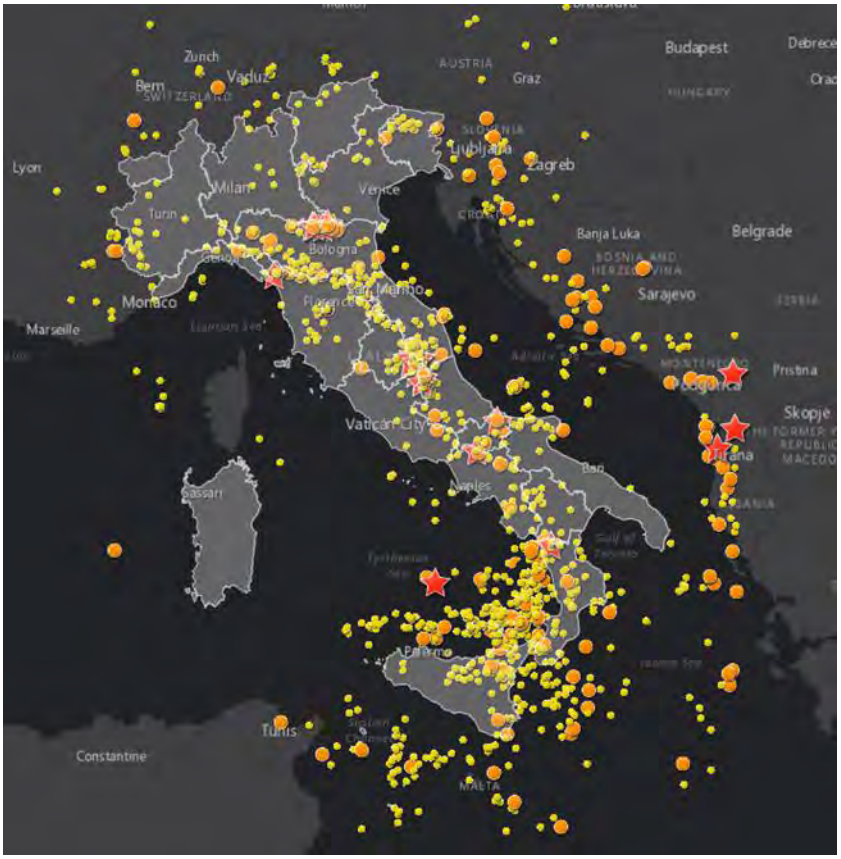
1.2.2. Sismicità storica e pericolosità sismica in Italia

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) rilevando la sismicità italiana mostra dettagliatamente (vedi cartogramma 1.3) gli oltre 1.500 epicentri dei terremoti con magnitudo Richter superiore a 3.0 avvenuti in Italia tra il 2012 e il 1° novembre 2019. La maggior parte dei terremoti ha una magnitudo Richter inferiore a 4.0 ed è localizzata nella crosta terrestre al di sopra dei 35 km. "Solo" 22 terremoti hanno una magnitudo Richter superiore a 5.0.

Per l´INGV, nella presentazione nel 2013 della *Carta della sismicità in Italia 2000-2012*: «*Nessun terremoto, però, in questo periodo ha avuto magnitudo Richter superiore a 6.0, pertanto questo rappresenta uno dei periodi più lunghi della storia sismica del nostro paese senza un forte terremoto. L'ultimo è quello del 1980, avvenuto il 23 novembre in Irpinia e Basilicata*». Era appunto il 2013, nel 2016 gli eventi nelle province di Perugia e Rieti hanno superato magnitudo 6.0.

Sempre l'INGV: «*la maggior parte dei terremoti ha avuto una magnitudo Richter inferiore a 4.0, è localizzata nella parte più superficiale della crosta terrestre. Nell'Italia peninsulare la sismicità è concentrata lungo la catena Appenninica. In Italia settentrionale i terremoti sono avvenuti principalmente lungo le Prealpi Orientali, in Pianura Padana e lungo l'Appennino Tosco-Emiliano, dove si osserva la presenza di sismicità anche ad una profondità maggiore. Anche lungo l'Appennino Centrale è evidente una sismicità superficiale ed una più profonda verso il Mar Adriatico con ipocentri che arrivano fino a 50 km di profondità. L'Appennino Meridionale è stato interessato da un'attività sismica moderata sia nel Sannio che in Irpinia*».

Cartogramma 1.3 - Eventi sismici in Italia con M. >3.0 nel periodo 2012- ottobre 2019



In 8 anni sono stati registrati

1.550 terremoti con magnitudo > 3.0

22 di magnitudo superiore a 5,0

Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Tra i terremoti italiani più forti del XX secolo si ricordano 1905 Calabria (M=7,1), 1908 Messina (M=7,2), 1915 Avezzano (M=7,0), 1920 Lunigiana e Garfagnana (M=6,8), 1930 Irpinia (M=6,7), 1968 Valle del Belice (M=6,8), 1976 Friuli (M=6), 1980 Irpinia-Basilicata (M=6,9).

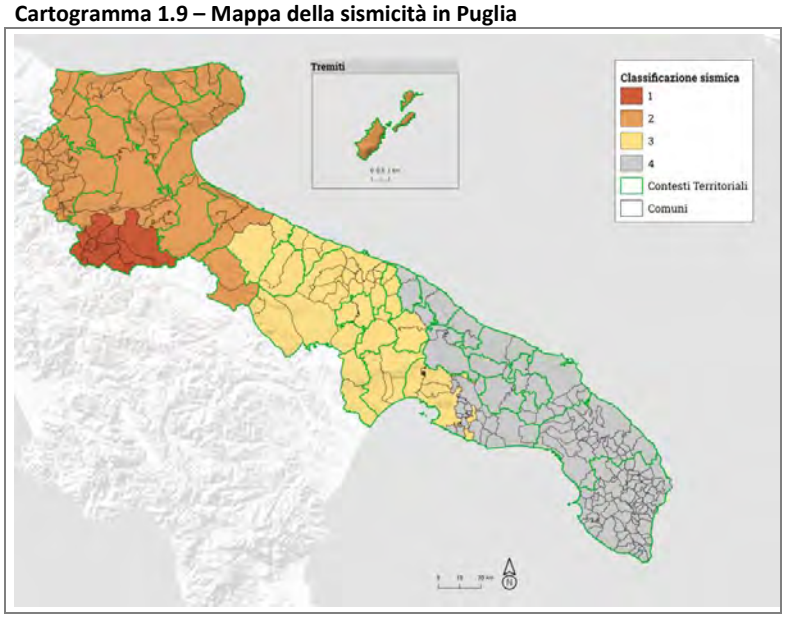
© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

FOCUS analisi territoriale

Dimensioni e caratteristiche del rischio sismico in Puglia e nelle sue province

Il territorio regionale è caratterizzato da una pericolosità sismica generalmente moderata, inferiore a quella di molte regioni italiane. Secondo la classificazione sismica gran parte della Regione è considerata a bassa o nulla pericolosità (73% dei Comuni), mentre, 23% dei Comuni si trova a moderata pericolosità e solo il 4% è ad alta pericolosità, nella zona al confine con la Campania e la Basilicata.

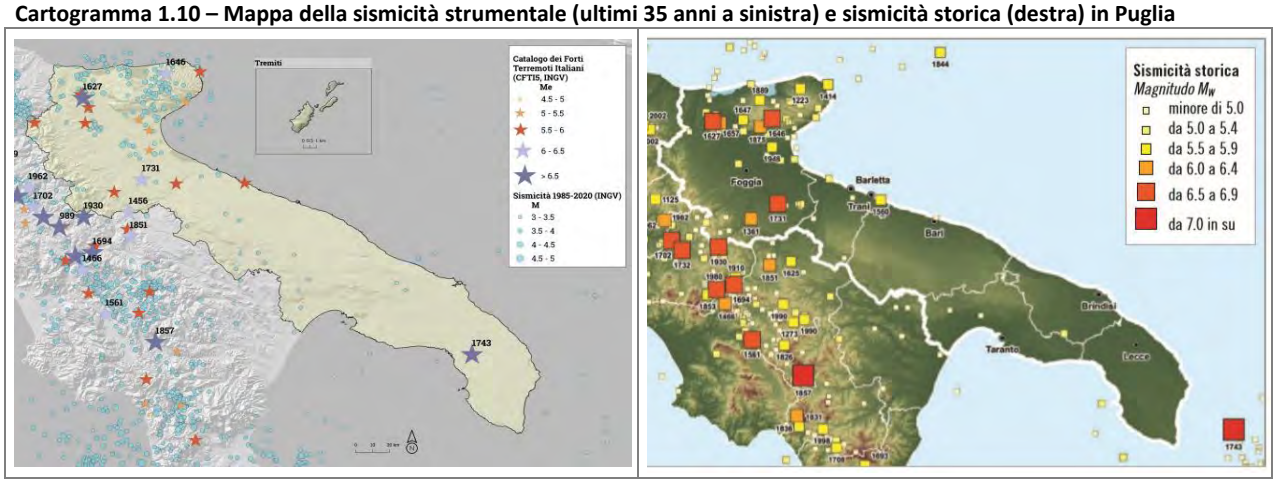
Cartogramma 1.9 – Mappa della sismicità in Puglia



Fonte: https://govrisv.cnr.it/regioni/regione-puglia/

Tale classificazione è confermata anche dalle carte di sismicità storica che mostrano chiaramente come le province di Lecce, Brindisi e Bari siano state interessate raramente e soltanto in maniera indiretta da eventi sismici rilevanti. La sismicità strumentale degli ultimi 35 anni si concentra principalmente nel settore settentrionale in corrispondenza dell'area Garganica ed al confine col Molise. Storicamente, la Regione risente fortemente dei terremoti di origine appenninica, lungo i confini con la Campania e la Basilicata ove si concentrano la maggior parte degli eventi storici più forti, e dei forti terremoti originatisi lungo le coste albanesi, montenegrine nonché nelle isole ioniche.

Cartogramma 1.10 – Mappa della sismicità strumentale (ultimi 35 anni a sinistra) e sismicità storica (destra) in Puglia



Fonte: https://govrisv.cnr.it/regioni/regione-puglia

Nella tabella che segue vengono elencati i terremoti storici che hanno colpito il Puglia con effetti pari o superiori al VII grado nella scala proposta da Mercalli, Cancani e Sieberg (MCS). La scheda tecnica è stata redatta dalla Protezione Civile e aggiornata con le più recenti elaborazioni contenute nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11. Le aree più esposte al rischio di terremoti sono il Gargano e il Foggiano.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Tabella 1.4– Principali terremoti storici che hanno prodotto danni in Puglia (fonte: CPTI11) I Max è l'intensità massima osservata (scala MCS) e Mw è la magnitudo stimata

Data	Area epicentrale	I Max	Mw
1223	Gargano	9	5.8
1361	Ascoli Satriano	10	6.0
1414	Veste	8	5.8
1560	Barletta – Bisceglie	8	5.6
1627	Gargano	10	6.7
1646	Gargano	10	6.6
1647	Gargano	7-8	5.9
1657	Lesina	9-10	6.4
1694	Irpinia Basilicata	10	6.8
1731	Foggiano	9	6.5
1743	Basso Ionico	9	7.1
1875	San Marco in Lamis	8	5.9
1889	Apricena	7	5.7
1930	Irpinia	10	6.6
1948	Puglia settentrionale	7-8	5.6
1962	Irpinia	9	6.1
1980	Irpinia, Basilicata	10	6.9
2002	Monti Frentani, Molise	8-9	5.7
2002	Subappennino Dauno	7	5.7

Fonte: Protezione Civile 2020 (ultima modifica alle ore 17.00 del 25 gennaio 2012)

❑ L'esposizione al rischio sismico e dimensione del patrimonio

Entrando nel dettaglio dell'esposizione al rischio, sulla base della Classificazione Sismica dei comuni italiani pubblicata e aggiornata dalla Protezione Civile emerge che la sismicità maggiore si concentra nel foggiano dove si trovano i 10 comuni a sismicità maggiore; qui risiedono quasi 25.000 persone, 10.800 famiglie e 15.300 edifici. In zona sismica 2 si hanno 58 comuni nei quali risiedono quasi 780.000 persone in 154.000 edifici; in zona sismica bassa (zona 3) si trovano 47 comuni (tra cui anche Bari), qui risiede un altro 40% di popolazione regionale e si ha il 23% del patrimonio immobiliare (quasi 253.000 edifici). Più della metà dei comuni pugliesi si trova in zona sismica trascurabile (zona 4) ma si tratta di comuni poco popolati che complessivamente raccolgono circa il 40% della popolazione regionale, il 40% delle famiglie e il 62% degli edifici.

Tabella 1.5 - PUGLIA - Dimensioni nelle zone di rischio sismico per livello di pericolosità

	Alto Zona 1	Medio Zona 2	Basso Zona 3	Trascurabile Zona 4	TOTALE
Superficie territoriale (kmq)	894	7.081	5.357	6.209	**19.541**
Numero di comuni	10	58	47	142	**257**
Popolazione	24.811	776.610	1.651.009	1.576.623	**4.029.053**
Famiglie	10.768	302.004	650.725	646.455	**1.609.952**
Edifici	15.372	154.458	252.547	668.756	**1.091.133**
Edifici per abitazioni	13.151	135.598	220.530	578.019	**947.298**
Abitazioni occupate	10.880	286.826	606.955	612.431	**1.517.092**
Scuole pubbliche e paritarie	56	1.016	1.623	1.854	**4.549**
Addetti alle imprese	3.105	134.822	383.707	300.994	**822.628**

Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Protezione Civile

Analizzando l'esposizione al rischio delle province emerge che due province su sei non hanno alcun comune in zona sismica maggiore (zona 1, 2, e 3) ovvero Brindisi e Lecce. Tra le altre province, l'esposizione è maggiore in termini di stock per la provincia di Bari e Foggia rispettivamente con 141.300 e 121.700 edifici abitativi esposti ed in particolare nella seconda provincia si hanno quasi 13.200 edifici abitativi in zona sismica maggiore.

Di seguitosi riporta il dettaglio provinciale del patrimonio edilizio residenziale e non residenziale in zona sismica 1,2,3.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Tabella 1.6 - PUGLIA - EDIFICI ABITATIVI ESISTENTI NELLE ZONE 1, 2 E 3

Province	Zone 1, 2 e 3		INTERO TERRITORIO
	TOTALE	*di cui Zona 1*	
Bari	141.351	0	**179.776**
Barletta-Andria-Trani	57.155	0	**57.155**
Brindisi	0	0	**131.768**
Foggia	121.666	13.151	**121.666**
Lecce	0	0	**316.282**
Taranto	49.107	0	**140.651**
Puglia	**369.279**	**13.151**	**947.298**

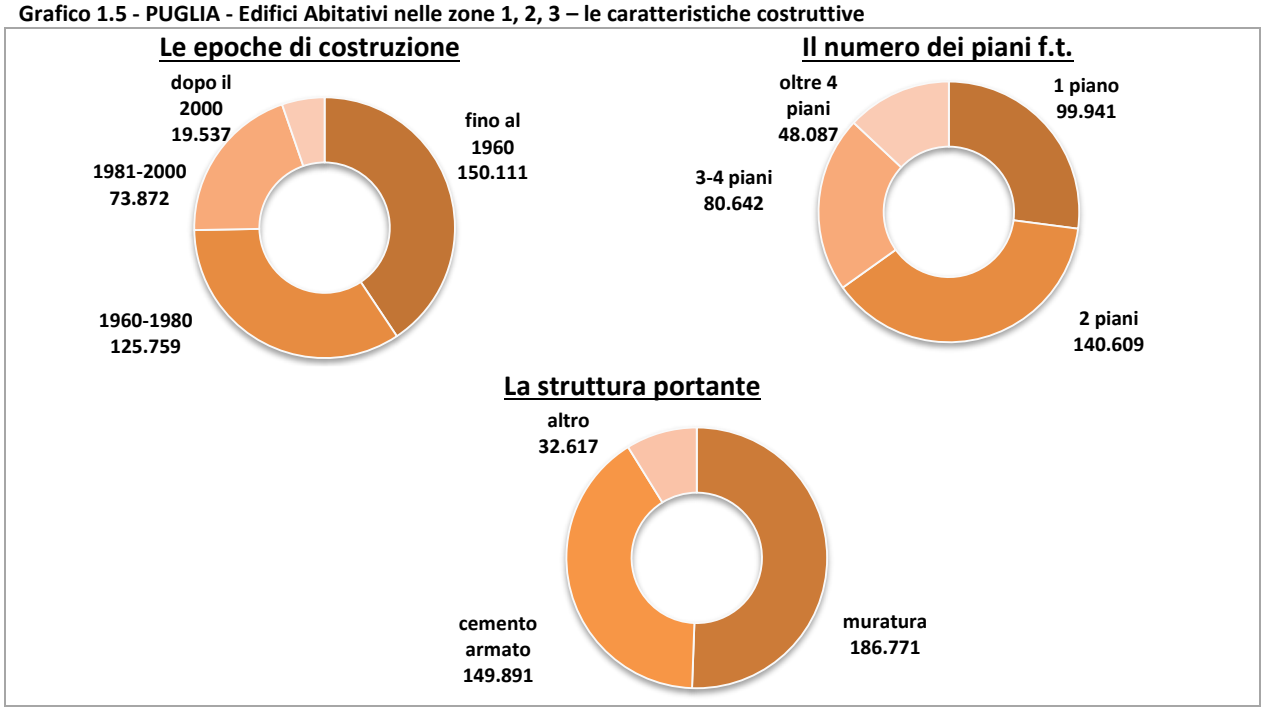
Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Protezione Civile

Tabella 1.7 - PUGLIA - EDIFICI NON ABITATIVI ESISTENTI NELLE ZONE 1, 2 E 3

Province	Zone 1, 2 e 3		INTERO TERRITORIO
	TOTALE	*di cui Zona 1*	
Bari	21.204	0	**25.540**
Barletta-Andria-Trani	6.134	0	**6.134**
Brindisi	0	0	**20.356**
Foggia	17.925	2.221	**17.925**
Lecce	0	0	**51.953**
Taranto	7.835	0	**21.927**
Puglia	**53.098**	**2.221**	**143.835**

Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Protezione Civile

Grafico 1.5 - PUGLIA - Edifici Abitativi nelle zone 1, 2, 3 – le caratteristiche costruttive



Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Protezione Civile

❑ Il potenziale mercato stimolato dagli incentivi

Considerando la sismicità regionale e le caratteristiche dello stock edilizio esistente si può stimare il potenziale mercato stimolato dagli incentivi (esistenti e nuovi) e il numero di studi di progettazione potenzialmente coinvolti. Considerando che lo stock edilizio nelle zone sismiche 1, 2, e 3 idoneo all'incentivo fiscale ammonta a 412.000 edifici, sulla base della stratificazione per livello di vulnerabilità si stima che il mercato potenziale regionale ammonta a a44,2 miliardi di euro. Il mercato potenziale per gli studi di progettazione è pari al 10% del totale, dunque considerando il numero di studi e ipotizzando tre scenari progressivi di adesione agli incentivi variabile (tra un ideale 100% di adesione

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Capitolo 2

Potenzialità degli incentivi fiscali e loro modalità di applicazione

di Dott. Ing. Fabio Freddi, Ing. Chiara Antolini, Ing. Michele Angeletti, Ing. Andrea Barocci - ISI
Alessandro Colciago e Annalisa Ferrazzi - H&D

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

2. POTENZIALITÀ DEGLI INCENTIVI FISCALI E LORO MODALITÀ DI APPLICAZIONE

2.1. Introduzione

La Legge di Stabilità 2017[1] ha potenziato e riorganizzato il sistema degli incentivi fiscali per l'esecuzione di interventi di ristrutturazione ai fini del miglioramento o dall'adeguamento sismico e per la messa in sicurezza degli edifici.

Lo strumento attuativo è il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, DM 58 del 28 febbraio 2017[2] e s.m.i. (successive modifiche e integrazioni)[3], in cui si definiscono le Linee Guida per la classificazione di rischio sismico delle costruzioni. Per attivare i benefici fiscali è necessario far riferimento a tale documento al fine di determinare la Classe di Rischio pre- e post- intervento, e quindi stabilire l'esatta percentuale di spesa detraibile che risulta commisurata all'efficacia degli interventi realizzati. Attualmente, dopo un ultimo aggiornamento, è in vigore il DM 24 del 9 gennaio 2020.

L'intero provvedimento, aggiornato con la Legge di stabilità 2019, costituisce un'importante occasione per conoscere il patrimonio edilizio e ridurre la vulnerabilità dei fabbricati, avviando di fatto una stagione di prevenzione a carattere organico e strutturale. Vengono sviluppate e diffuse metodologie nella direzione della mitigazione dei danni derivanti da disastri naturali, passando da una logica passiva dell'emergenza ad una attiva della protezione e della cura del territorio.

Infine, solo dagli ultimi mesi è in vigore anche il cosiddetto "decreto Rilancio", convertito in legge il 16 luglio 2020; un provvedimento da 55 miliardi di euro stimati, con le misure urgenti per la salute, l'economia e il lavoro connesse alla ripartenza post Covid-19; la sua nascita è quindi legata a un periodo singolare e con obiettivi altrettanto singolari, per cercare di rimettere in moto un tessuto economico (nel nostro caso legato all'edilizia) gravemente colpito dalla pandemia.

Il presente documento, che si rivolge ai tanti e diversi soggetti coinvolti nel processo (progettisti, imprese di costruzioni, enti locali, amministratori di condominio e singoli cittadini), illustra le potenzialità e le modalità di applicazione del Sismabonus e dei relativi strumenti di attuazione. Dopo aver chiarito il significato di rischio sismico saranno illustrate le strategie per la sua riduzione e ripercorse le principali tappe che hanno condotto alla pubblicazione delle Linee Guida in attuazione del sistema di incentivi fiscali. Saranno quindi descritte le misure fiscali, specificando le dimensioni degli incentivi e le particolari forme attraverso le quali esse interessano i diversi immobili, singole abitazioni e interi condòmini. Infine, l'ultimo capitolo del documento ha contenuti più tecnici: illustra il contenuto delle Linee Guida, descrivendo i metodi e i parametri per l'attestazione della classe di appartenenza dell'edificio.

2.2. Il rischio sismico in Italia e le politiche per la sua mitigazione

2.2.1. Come si riduce il rischio sismico

Sulla base delle considerazioni appena fatte risulta imprescindibile e improrogabile affrontare il problema del rischio sismico del nostro Paese e mirare ad una sua drastica riduzione.

Ma come agire efficacemente per ridurre il rischio sismico?

[1] *L. 11 dicembre 2016, n. 232, in materia di "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2017 e bilancio pluriennale per il triennio 2017-2019."*

[2] *D.M. 28 febbraio 2017, n. 58, in materia di "Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati."*

[3] *D.M. 07 marzo 2017, n. 65, in materia di "Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni e i relativi allegati. Modifiche all'articolo 3 del Decreto Ministeriale numero 58 del 28/02/2017."*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Rappresentando una caratteristica del sito, poco si può fare sulla pericolosità, se non affinando sempre di più la classificazione sismica del territorio nazionale ed estendendo il più possibile gli studi di microzonazione in modo da conoscere quanto meglio il territorio, magari prediligendo per le nuove urbanizzazione le aree meno a rischio e quelle più stabili, non soggette a fenomeni di amplificazione locale dell'azione sismica.

È possibile agire marginalmente sull'esposizione, per esempio declassando immobili particolarmente vulnerabili caratterizzati da affollamenti significativi (scuole, uffici pubblici) o sedi di funzioni rilevanti, dislocando in edifici più sicuri tali servizi.

Il principale metodo di intervento è rappresentato, indubbiamente, dalla riduzione della vulnerabilità, andando ad eseguire opere di messa in sicurezza e di miglioramento sismico sugli edifici esistenti.

2.2.2. Le politiche di riduzione della vulnerabilità

Negli anni passati, la gestione del rischio sismico è stata affrontata secondo la logica dell'emergenza, ai fini della ricostruzione: il sistema di finanziamento dei rischi catastrofali si è basato sul meccanismo passivo della legislazione dell'emergenza e dello stanziamento postumo di fondi pubblici ad hoc[4]. Con la Legge di Stabilità 2017 si è finalmente passati da una logica dell'emergenza, a cui comunque bisogna essere preparati, ad una politica di prevenzione e ad un piano organico di messa in sicurezza degli edifici.

Nelle nuove costruzioni, già a partire dagli anni '70 si è assistito alla progressiva introduzione di una legislazione tecnica finalizzata alla progettazione antisismica delle nuove edificazioni, che oggi risulta in linea con la normativa dei paesi più avanzati.

Diverso è il discorso in tema di ***riduzione della vulnerabilità degli edifici esistenti*** che non rispettano i moderni standard. Sebbene negli scorsi anni siano state avviate azioni in questa direzione, la mancanza di un piano organico e sistematico a lungo termine non ha permesso il raggiungimento di risultati apprezzabili e di fatto non ha contribuito a svolgere un'organica azione di prevenzione del rischio sismico.

Il **Decreto Legge n. 63 del 4 giugno 2013**, cd. **Sismabonus** poi convertito nella **Legge 90/2013**[5], in particolare, aveva introdotto una speciale detrazione pari al 65% per le spese sostenute per effettuare lavori ed interventi preventivi di miglioramento ed adeguamento sismico in edifici esistenti. Tali disposizioni sono state prorogate dalle successive Leggi di stabilità (**Legge 147/2013**[6], **Legge 190/2014**[7] e **Legge 208/2015**[8]), ma si è trattato di provvedimenti di tipo contingente, limitati ad un arco temporale troppo ristretto (un anno), seppure prolungato da azioni successive. Per tali ragioni non sono stati applicati in maniera sistematica per l'adozione di misure antisismiche del patrimonio esistente. Uno studio di vulnerabilità sismica e il conseguente progetto degli interventi di miglioramento o adeguamento, infatti, richiedono tempi più lunghi rispetto a quelli necessari per gli interventi di efficientamento energetico, (per i quali gli ecobonus hanno rappresentato un valido strumento di diffusione) a causa della necessità di eseguire indagini sui materiali, dei tempi necessari per i procedimenti autorizzativi e quelli per l'esecuzione materiale delle opere stesse.

La novità sostanziale è rappresentata dal **Sismabonus** previsto nella **Legge di Stabilità 2017** (**Legge 232/2016**); oltre ad estendere l'arco temporale nel quale è possibile eseguire gli interventi per i quali godere delle detrazioni fiscali, consentendo quindi una pianificazione 'a lungo termine', viene affiancato ad un sistema che quantifica il rischio sismico degli edifici e quindi i vantaggi ottenuti nell'esecuzione degli interventi. Questa quantificazione costituisce la garanzia dell'efficienza degli investimenti, sia dal punto di vista della sicurezza sismica che dei benefici economici attesi e rappresenta la condizione affinché l'impianto delle misure fiscali risulti efficace, cioè abbia una vasta applicazione, costituisca un incentivo agli investimenti e quindi all'economia del Paese, operi una riduzione generale del rischio sismico del patrimonio immobiliare italiano e quindi riduca i 'costi' del terremoto.

---

[4] *Monti A. (2012). "Il Danno Catastrofale. Strumenti Giuridici e Modelli Istituzionali per la Gestione dei Rischi Estremi." IUSS PRESS.*

[5] *L. 3 agosto 2013, n. 90, in materia di "Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale."*

[6] *L. 27 dicembre 2013, n. 147, in materia di "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge di stabilità 2014)."*

[7] *L. 23 dicembre 2014, n. 190, in materia di "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge di stabilità 2015)."*

[8] *L. 28 dicembre 2015, n. 208, in materia di "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Legge di stabilità 2016)."*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Nel Sismabonus 2017, tramite lo strumento delle Linee Guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni, è stato individuato un **criterio per il rilascio di contributi** al fine di **applicare in maniera premiale i benefici fiscali** sulla base di effettivi e quantificati benefici derivanti dal miglioramento sismico.

Tale concetto era stato già esplicitato nel **Manifesto** '**Classificare la vulnerabilità sismica dei fabbricati – Come certificare la sicurezza e la sostenibilità del patrimonio immobiliare favorendo lo sviluppo economico**', pubblicato dall'**Associazione Ingegneria Sismica Italiana** (ISI) nel **maggio 2013**[9,10,11,12]. Già alla fine del 2012, infatti, ISI istituì al proprio interno un Gruppo di Lavoro su questo tema, al fine di sviluppare una proposta innovativa, basata su un'idea del Prof. Gian Michele Calvi della IUSS di Pavia. Il concetto di base era quello di effettuare una classificazione degli edifici esistenti basata su criteri oggettivi in modo da quantificare la vulnerabilità sismica attraverso classi di appartenenza e utilizzare quindi tale classificazione come parametro per l'erogazione di incentivi fiscali volti a favorire interventi mirati alla riduzione del rischio sismico. Il Manifesto venne presentato all'allora Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti Maurizio Lupi che lo valutò con estremo interesse.

Nell'autunno dello stesso anno, grazie al **DM del 17 ottobre del 2013**[13] del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, veniva istituito un Gruppo di Studio *"per la proposizione di uno o più documenti normativi per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni, finalizzata all'incentivazione fiscale di interventi per la riduzione dello stesso rischio"* per il quale venne assegnata ad ISI la funzione di Segreteria Tecnica. La commissione, coordinata dall'Ing. Baratono, attuale Provveditore Interregionale alle Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia Romagna, era composta da alcuni tra i massimi esperti in materia, provenienti dal mondo accademico e dall'amministrazione pubblica. Il gruppo di lavoro era composto dal Prof. Franco Braga, Prof. Gian Michele Calvi, Prof. Mauro Dolce, Prof. Gaetano Manfredi, Ing. Emanuele Renzi, Ing. Giuseppe Ianniello e dall'Ing. Luca Ferrari.

Ad aprile 2015 il Gruppo di Studio concluse il proprio lavoro presentando all'attuale Ministro delle Infrastrutture Graziano Delrio le Linee Guida sulla Classificazione Sismica, documento che conteneva una importante base scientifica e prevedeva l'utilizzo di tre metodi per la determinazione delle classi: metodo semplificato, convenzionale ed avanzato (quest'ultimo basato sulla formulazione proposta dal Prof. Calvi). Le Linee Guida appena concluse potevano essere utilizzate come un semplice strumento tecnico volontario, sostanzialmente per aiutare i soggetti pubblici e privati a fare valutazioni sul proprio patrimonio, o essere collegate agli incentivi fiscali per le operazioni di miglioramento antisismico: *"La premessa è che sarà il ministro a decidere cosa fare della classificazione. Detto questo, l'obiettivo da cui siamo partiti era creare un oggetto tecnico che consentisse di operare una valutazione tecnico economica degli investimenti da fare. Non si tratta di una norma tecnica, non c'è nessun collegamento con le NTC. Si tratta di uno strumento di pianificazione sia privata che pubblica"* -le parole dell'Ing. Pietro Baratono.

Nei giorni immediatamente successivi il sisma di Amatrice del 24 agosto 2016 il Ministro Delrio rilanciò con forza la proposta di una Classificazione Sismica degli edifici, assicurando l'emanazione in tempi brevi del documento, nonché l'immediata introduzione nelle Legge di Bilancio del Sismabonus.

A inizio novembre il Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Ing. Massimo Sessa, istituì la Commissione Relatrice presso il Consiglio Superiore LL.PP., coordinata dal Prof. Edoardo Cosenza, con l'obiettivo di esaminare il documento predisposto dal Gruppo di Studio Baratono e finalizzare il lavoro svolto attraverso una semplificazione del testo e una sua più immediata applicazione pratica.

Nel corso di questo lavoro di semplificazione è stata palesata l'esigenza di affiancare all'Indice di rischio di Perdita Attesa Annua (PAM, proposto dal Gruppo di Studio Baratono, che tiene conto dei costi di ricostruzione), un parametro legato al livello di sicurezza (Indice di Salvaguardia della Vita, IS-V).

Nella seduta del 20 febbraio 2017 l'Assemblea Plenaria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici approvò il documento finale delle Linee Guida e solo otto giorni dopo venne emanato come allegato al Decreto Ministeriale

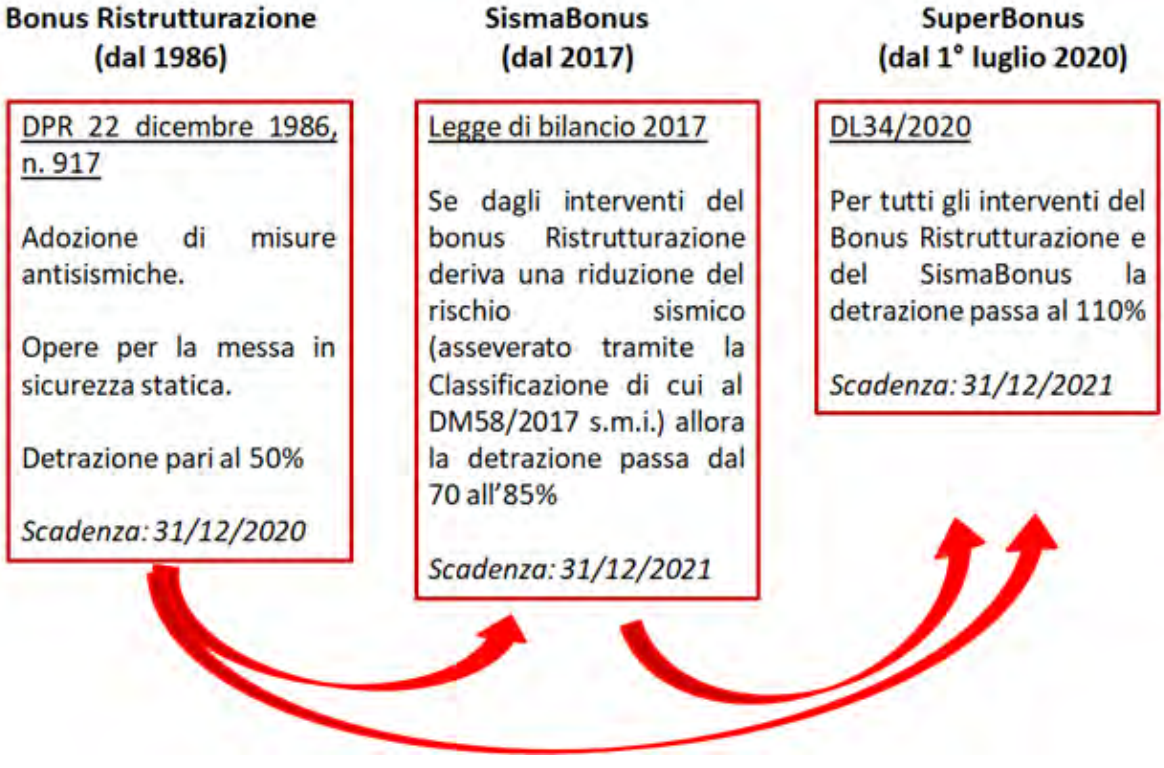
[9] *Ingegneria Sismica Italiana (2013), "Manifesto – Classificare la vulnerabilità sismica dei fabbricati: Come certificare la sicurezza e la sostenibilità del patrimonio immobiliare favorendo lo sviluppo economico."*
[10] *Freddi F. (2014) "Classificare la vulnerabilità sismica dei fabbricati." Il giornale dell'Ingegnere, Focus Recupero Antisismico, 1/2014.*
[11] *Freddi F., Barocci A., Daniele F., Segala P. (2015) "Sismica e sicurezza: le sfide di oggi e di domani." Progettazione Sismica, 1/2016.*
[12] *Ferrari L. (2017). "Classificazione del rischio sismico, le linee guida non valorizzano le basi scientifiche del testo originale." Edilizia & Territorio, Dossier SISMABONUS, Guida alla diagnosi e agli interventi, n. 3.*
[13] *D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 ottobre 2013, n.378.*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

del 28 febbraio con il quale il Ministro Delrio, ottemperando a quanto previsto dalla Legge di Bilancio 2017, dava il via all'applicazione del Sismabonus.

Negli ultimi mesi occorre poi prendere atto del cosiddetto "decreto rilancio", un provvedimento da 55 miliardi di euro stimati, con le misure urgenti per la salute, l'economia e il lavoro connesse alla ripartenza post Covid-19. Nasce quindi in un periodo singolare e con obiettivi altrettanto singolari, per cercare di rimettere in moto un tessuto economico (nel nostro caso legato all'edilizia) gravemente colpito dalla pandemia. In esso è contenuto un potenziamento del SismaBonus di cui sopra che diventa, in questo caso, SuperBonus.

Il passaggio fondamentale è contenuto nell'art 119 comma 4 del DL 34/2020: Per gli interventi di cui ai commi da 1-bis a 1-septies dell'articolo 16 del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, l'aliquota delle detrazioni spettanti è elevata al 110 per cento per le spese sostenute dal 1° luglio 2020 al 31 dicembre 2021.



2.2.3. Le Linee Guida sulla Classificazione del rischio sismico delle costruzioni

Il **DM 58 del 28 febbraio 2017**, successivamente modificato dal **DM 65 del 7 marzo 2017** e attualmente, dopo un ultimo aggiornamento, con il DM 24 del 9 gennaio 2020, rende concretamente operativo il Sismabonus 2017 contenendo la definizione delle Linee Guida per la classificazione della vulnerabilità sismica delle costruzioni, nonché delle modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati.

L'impiego di tali Linee Guida è stato introdotto nelle modifiche all'**art.16 del D.L. n. 63/2013**[14], convertito con modificazioni convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 2013[15]**,** con il nuovo comma 1-quater che consente l'innalzamento della percentuale detraibile in funzione del passaggio ad una o due classi di rischio inferiori, determinate secondo quanto indicato dalle medesime Linee Guida.

[14] *D.L. 4 giugno 2013, n. 63, in materia di "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale."*

[15] *L. 3 agosto 2013, n. 90, in materia di "Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale."*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Figura 2.6 - Edifici condominiali: la detrazione per gli interventi combinati antisismici e di riqualificazione energetica (in vigore dal 2018)

PERCENTUALI di detrazione	80% se i lavori determinano il passaggio a una classe di rischio inferiore 85% se a seguito degli interventi effettuati si passa a due classi di rischio inferiori
IMPORTO MASSIMO su cui calcolare la detrazione	136.000 euro moltiplicato per il numero delle unità immobiliari dell'edificio
RIPARTIZIONE della detrazione	10 quote annuali
LE CONDIZIONI	• gli interventi devono essere effettuati su edifici condominiali che si trovano nei Comuni ricadenti nelle zone sismiche 1, 2 e 3 • i lavori devono essere finalizzati congiuntamente alla riduzione del rischio sismico e alla riqualificazione energetica
ATTENZIONE: queste detrazioni possono essere richieste in alternativa a quelle già previste per gli interventi antisismici e per la riqualificazione energetica degli edifici condominiali	

Fonte: Agenzia delle Entrate, "Sisma bonus: le detrazioni per gli interventi antisismici", aggiornamento luglio 2019

2.3.14. Le nuove misure legate al SuperBonus

Il cosiddetto "decreto Rilancio" è stato convertito in legge il 16 luglio 2020; un provvedimento da 55 miliardi di euro stimati, con le misure urgenti per la salute, l'economia e il lavoro connesse alla ripartenza post Covid-19. Nasce quindi in un periodo singolare e con obiettivi altrettanto singolari, per cercare di rimettere in moto un tessuto economico (nel nostro caso legato all'edilizia) gravemente colpito dalla pandemia.

Come specificato nella circolare n° 24/E dell'8 agosto 2020 dell'Agenzia delle Entrate: *Trattandosi di una normativa di particolare favore, il Decreto Rilancio, in aggiunta agli adempimenti ordinariamente previsti per le predette detrazioni spettanti per gli interventi di recupero del patrimonio edilizio e di riqualificazione energetica degli edifici, introduce un sistema di controllo strutturato per evitare comportamenti non conformi alle disposizioni agevolative*.

Vediamo quindi nel dettaglio questo strumento.

Il dispositivo principale è il Decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34 (in Gazzetta Ufficiale nella Serie generale n. 128 del 19 maggio 2020, SO n. 21/L), coordinato con la legge di conversione 17 luglio 2020, n. 77, recante *Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19*.

Di tutti il corposo testo di legge, gli articoli d'interesse per l'edilizia e le strutture sono due: il 119 e il 121.

Occorre qui fare un piccolo sforzo di lettura delle normative citate a cascata.

- DL 34/2020 art 119 comma 4. Per gli interventi di cui ai commi da 1-bis a 1-septies dell'articolo 16 del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, l'aliquota delle detrazioni spettanti è elevata al 110 per cento per le spese sostenute dal 1° luglio 2020 al 31 dicembre 2021. […]
    - Vediamo dunque il Decreto-legge del 04/06/2013 n. 63 art 16 (convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013 n. 90, coordinato con le leggi di bilancio 2017-2018-2019, oltre al D.L. 50/2017). 1-bis. Per le spese sostenute dal 1º gennaio 2017 al 31 dicembre 2021 per gli interventi di cui all'articolo 16-bis, comma 1, lettera i), del testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 dicembre 1986, n. 917, su edifici ubicati nelle zone sismiche ad alta pericolosità (zone 1 e 2) di cui all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata nel supplemento ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, riferite a costruzioni adibite ad abitazione e ad attività produttive, spetta una detrazione dall'imposta lorda nella misura del 50 per cento, fino ad un ammontare complessivo delle stesse spese non superiore a 96.000 euro per unità immobiliare per ciascun anno. La detrazione è ripartita in cinque quote annuali di pari importo nell'anno di sostenimento delle spese e in quelli successivi.
        - Occorre quindi vedere il Testo unico del 22/12/1986 n. 917 *Testo unico delle imposte sui redditi* nel suo art. 16-bis (Detrazione delle spese per interventi di recupero del patrimonio edilizio e di riqualificazione energetica degli edifici) lett i) *relativi all'adozione di misure antisismiche con particolare riguardo all'esecuzione di opere per la messa in sicurezza*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

statica, in particolare sulle parti strutturali, per la redazione della documentazione obbligatoria atta a comprovare la sicurezza statica del patrimonio edilizio, nonché per la realizzazione degli interventi necessari al rilascio della suddetta documentazione. Gli interventi relativi all'adozione di misure antisismiche e all'esecuzione di opere per la messa in sicurezza statica devono essere realizzati sulle parti strutturali degli edifici o complessi di edifici collegati strutturalmente e comprendere interi edifici e, ove riguardino i centri storici, devono essere eseguiti sulla base di progetti unitari e non su singole unità immobiliari (come già riportato nel §2.1).

- Torniamo quindi al DL63/2013 art 16 1-ter. A decorrere dal 1º gennaio 2017 e fino al 31 dicembre 2021, le disposizioni del comma 1-bis si applicano anche agli edifici ubicati nella zona sismica 3 di cui all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata nel supplemento ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.
- 1-quater. Qualora dalla realizzazione degli interventi di cui ai commi 1-bis e 1-ter derivi una riduzione del rischio sismico che determini il passaggio ad una classe di rischio inferiore, la detrazione dall'imposta spetta nella misura del 70 per cento della spesa sostenuta. Ove dall'intervento derivi il passaggio a due classi di rischio inferiori, la detrazione spetta nella misura dell'80 per cento. […]
- 1-quinquies. Qualora gli interventi di cui al comma 1-quater siano realizzati sulle parti comuni di edifici condominiali, le detrazioni dall'imposta di cui al primo e al secondo periodo del medesimo comma 1-quater spettano, rispettivamente, nella misura del 75 per cento e dell'85 per cento. Le predette detrazioni si applicano su un ammontare delle spese non superiore a euro 96.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari di ciascun edificio. Per tali interventi, a decorrere dal 1º gennaio 2017, in luogo della detrazione i soggetti beneficiari possono optare per la cessione del corrispondente credito ai fornitori che hanno effettuato gli interventi ovvero ad altri soggetti privati, con la facoltà di successiva cessione del credito. Rimane esclusa la cessione ad istituti di credito e ad intermediari finanziari. […]
- 1-sexies. A decorrere dal 1º gennaio 2017, tra le spese detraibili per la realizzazione degli interventi di cui ai commi 1-ter, 1-quater e 1-quinquies rientrano anche le spese effettuate per la classificazione e verifica sismica degli immobili.
- 1-sexies.1. Le detrazioni di cui ai commi da 1-bis a1-sexies sono usufruibili anche dagli Istituti autonomi per le case popolari, comunque denominati, nonché' dagli enti aventi le stesse finalità sociali dei predetti istituti, istituiti nella forma di società che rispondono ai requisiti della legislazione europea in materia di in house providing e che siano costituiti e operanti alla data del 31 dicembre 2013, per interventi realizzati su immobili, di loro proprietà ovvero gestiti per conto dei comuni, […]
- 1-septies. Qualora gli interventi di cui al comma 1-quater siano realizzati nei comuni ricadenti nelle zone classificate a rischio sismico 1, 2 e 3 ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 108 dell'11 maggio 2006, mediante demolizione e ricostruzione di interi edifici, allo scopo di ridurne il rischio sismico, anche con variazione volumetrica rispetto all'edificio preesistente, ove le norme urbanistiche vigenti consentano tale aumento, eseguiti da imprese di costruzione o ristrutturazione immobiliare, che provvedano, entro diciotto mesi dalla data di conclusione dei lavori, alla successiva alienazione dell'immobile, le detrazioni dall'imposta di cui al primo e al secondo periodo del medesimo comma 1-quater spettano all'acquirente delle unità immobiliari, rispettivamente nella misura del 75 per cento e dell'85 per cento del prezzo della singola unità immobiliare, risultante nell'atto pubblico di compravendita e, comunque, entro un ammontare massimo di spesa pari a 96.000 euro per ciascuna unità immobiliare. I soggetti beneficiari di cui al periodo precedente possono optare, in luogo della detrazione, per la cessione del corrispondente credito alle imprese che hanno effettuato gli interventi ovvero ad altri soggetti privati, con la facoltà di successiva cessione del credito. Rimane esclusa la cessione a istituti di credito e intermediari finanziari.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Bonus Ristrutturazione (dal 1986)

DPR 22 dicembre 1986, n. 917

Adozione di misure antisismiche.

Opere per la messa in sicurezza statica.

Detrazione pari al 50%

Scadenza: 31/12/2020

SismaBonus (dal 2017)

Legge di bilancio 2017

Se dagli interventi del bonus Ristrutturazione deriva una riduzione del rischio sismico (asseverato tramite la Classificazione di cui al DM58/2017 s.m.i.) allora la detrazione passa dal 70 all'85%

Scadenza: 31/12/2021

SuperBonus (dal 1° luglio 2020)

DL34/2020

Per tutti gli interventi del Bonus Ristrutturazione e del SismaBonus la detrazione passa al 110%

Scadenza: 31/12/2021

Da una prima sintesi di quanto sopra, vediamo che il superbonus "assorbe" tutti gli interventi strutturali possibili con il bonus ristrutturazione (§2.1) e con il sismabonus (§2.2), andando per di fatto ad eliminare ogni premialità legata alla classificazione in quanto qualsiasi intervento è elevato al 110%.

Proseguendo con l'articolato di legge troviamo:

- DL 34/2020 art 119 comma 4. […] Per gli interventi di cui al primo periodo, in caso di cessione del corrispondente credito ad un'impresa di assicurazione e di contestuale stipulazione di una polizza che copre il rischio di eventi calamitosi, la detrazione prevista nell'articolo 15, comma 1, lettera f-bis), del testo unico delle imposte sui redditi, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 dicembre 1986, n. 917, spetta nella misura del 90 per cento.
    - Vediamo dunque nuovamente il Testo unico del 22/12/1986 n. 917 Testo unico delle imposte sui redditi al suo articolo 15 (Detrazioni per oneri) comma 1. Dall'imposta lorda si detrae un importo pari al 19 per cento dei seguenti oneri sostenuti dal contribuente, se non deducibili nella determinazione dei singoli redditi che concorrono a formare il reddito complessivo:

      [...]

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

f-bis) i premi per assicurazioni aventi per oggetto il rischio di eventi calamitosi stipulate relativamente a unità immobiliari ad uso abitativo;
[…]

- **DL 34/2020 art 119 comma 4. […] Le disposizioni del primo e del secondo periodo non si applicano agli edifici ubicati nella zona sismica 4 di cui all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. […]**

Unica nota che si ritiene di rilevare in questo caso è che si fa ancora riferimento alla suddetta ordinanza senza tenere conto che è stata superata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006; tra l'altro, quest'ultima, viene citata dall'Agenzia delle Entrate nelle detrazioni relative al cosiddetto "acquisto di case antisimiche" (§3.2.4).

- **DL 34/2020 art 119 comma 4-bis. […] La detrazione spettante ai sensi del comma 4 del presente articolo è riconosciuta anche per la realizzazione di sistemi di monitoraggio strutturale continuo a fini antisismici, a condizione che sia eseguita congiuntamente a uno degli interventi di cui ai commi da 1-bis a 1-septies dell'articolo 16 del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, nel rispetto dei limiti di spesa previsti dalla legislazione vigente per i medesimi interventi.**

Quest'ultimo risulta essere senza dubbio uno degli articoli più innovativi inseriti nel decreto, in quanto per la prima volta si vanno ad incentivare i sistemi di monitoraggio ponendoli sullo stesso livello di interventi effettivi eseguiti con opere edili. La filosofia pare essere quella già introdotta sulle infrastrutture: in caso di impossibilità d'intervento (per ragioni di tempo, economiche, di fattibilità, ecc…) oppure per verificare la bontà di un intervento realizzato, il monitoraggio risulta essere un utile strumento che contribuisce ad accrescere la consapevolezza.

2.3.14.1. Modifiche al D.M. 58/2017

Al fine di una corretta applicazione del superbonus è stato necessario andare a modificare e integrare il D.M. 58/2017 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, soprattutto per quanto riguarda l'asseverazione (si veda a tal proposito il §2.2.4.1). Si ribadisce che tali modifiche, come riportato nello stesso testo di modifica (art 1 comma 4-bis) sono funzionali esclusivamente *al fine di usufruire delle misure di cui agli articoli 119 e 121 del decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34*.

Ministero Infrastrutture e Trasporti - D.M. n. 329 del 6 agosto 2020 di modifica al D.M. 28 febbraio 2017, n. 58, recante "Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati".

- Art 1 (*Modifiche all'articolo 3 del decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 28 febbraio 2017, n. 58*): All'articolo 3 del decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 28 febbraio 2017, n. 58, dopo il comma 4, sono inseriti i seguenti:
    - 4-bis. Al fine di usufruire delle misure di cui agli articoli 119 e 121 del decreto-legge 19 maggio 2020, n.34, convertito, con modificazioni, dalla legge 17 luglio 2020, n. 77, per le spese documentate e sostenute nel periodo compreso tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021 per tutte le attestazioni e le asseverazioni prodotte dai professionisti e redatte con le modalità di cui agli allegati B, B-1 e B-2 è richiesta apposita polizza assicurativa secondo le modalità di cui al citato articolo 119, comma 14.
    - 4-ter. Al fine di usufruire dell'opzione di cui all'articolo 121, comma 1-bis, del decreto-legge 19 maggio 2020, n.34, convertito, con modificazioni, dalla legge 17 luglio 2020 n. 77, il direttore dei lavori emette lo stato di avanzamento dei lavori, di seguito SAL, con le modalità di cui al medesimo comma, redigendolo secondo il modello di cui all'allegato 1. Il SAL costituisce l'attestazione di conformità di quanto eseguito al progetto depositato, come asseverato dal progettista, per l'ottenimento dei benefici fiscali previsti nei casi di intervento in corso, a condizione che l'importo ed il numero dei SAL siano conformi a quanto previsto dal citato articolo 121, comma 1-bis. Il deposito dei SAL avviene con le modalità di cui al comma 5, al completamento dell'intervento contestualmente all'attestazione relativa all'ultimazione dei lavori, redatta secondo i modelli di cui all'allegato B-1 e, ove previsto il collaudo statico, all'allegato B-2.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Capitolo 3

Interventi per la riduzione della vulnerabilità sismica

di Dott. Ing. Fabio Freddi, Ing. Chiara Antolini, Ing. Michele Angeletti

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

3. INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA

3.1. Introduzione

Insieme alla pericolosità sismica del territorio nazionale, la rilevanza del rischio sismico in Italia è legata all'**elevata vulnerabilità sismica** del patrimonio edilizio esistente.

La maggior parte degli edifici esistenti è stata realizzata in assenza di regole di progettazione antisismica o secondo norme di vecchia generazione, e pertanto non è in grado di garantire gli standard di sicurezza richiesti dalle attuali **Norme Tecniche per le Costruzioni** (**NTC 2008**)[1]. A condizionare ulteriormente il comportamento del patrimonio edilizio esistente è la vetustà che lo caratterizza. Risultano quindi necessari controlli ed interventi.

La **riduzione della vulnerabilità sismica** di un edificio può essere perseguita attraverso specifici interventi, andando ad intervenire sulle criticità (**elementi di vulnerabilità**) della costruzione, e avendo fissato quelli che sono **obiettivi** da raggiungere, in termini di **prestazione sismica**, attraverso le opere di progetto.

Il presente documento vuole offrire una **panoramica delle principali strategie di intervento** sugli edifici esistenti. Tuttavia, considerando le molteplici tipologie costruttive e le numerose carenze strutturali che ogni edificio può presentare, risulta difficile fornire una descrizione esaustiva che copra tutte le tecnologie esistenti. Il presente documento offre una panoramica degli interventi più diffusi e alcuni interventi innovativi e che si sono dimostrati particolarmente efficaci per l'adeguamento e/o miglioramento di edifici in cemento armato (c.a.) e in muratura.

È inoltre importante evidenziare che, sebbene esistano soluzioni efficaci ed economiche, in alcune situazioni è necessario effettuare un'attenta valutazione dell'opzione demolizione/ricostruzione.

3.2. Interventi possibili: generalità

3.2.1. Intervenire su un edificio: cosa ottenere?

Il primo step per un intervento efficace è un'approfondita **conoscenza dell'edificio esistente**. Uno studio approfondito è indispensabile per definire lo stato di fatto della struttura, conoscere i materiali, definire gli elementi di vulnerabilità, conoscere il suo livello di sicurezza iniziale e stabilire **quale livello di sicurezza raggiungere** tramite l'esecuzione delle opere di progetto.

Il livello di sicurezza minimo richiesto ad un edificio è stabilito dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008. Tutte le costruzioni realizzate sul territorio nazionale si confrontano con questo standard e le costruzioni esistenti possono avere un livello di sicurezza pari a quello previsto dalle norme tecniche per i nuovi edifici, o solitamente inferiore, con riduzioni spesso proporzionali all'età dell'edificio stesso. Assumendo il livello di sicurezza minimo di un edificio progettato con i moderni standard normativi pari a 1, l'edificio esistente avrà un valore di sicurezza compreso tra 0 e 1.

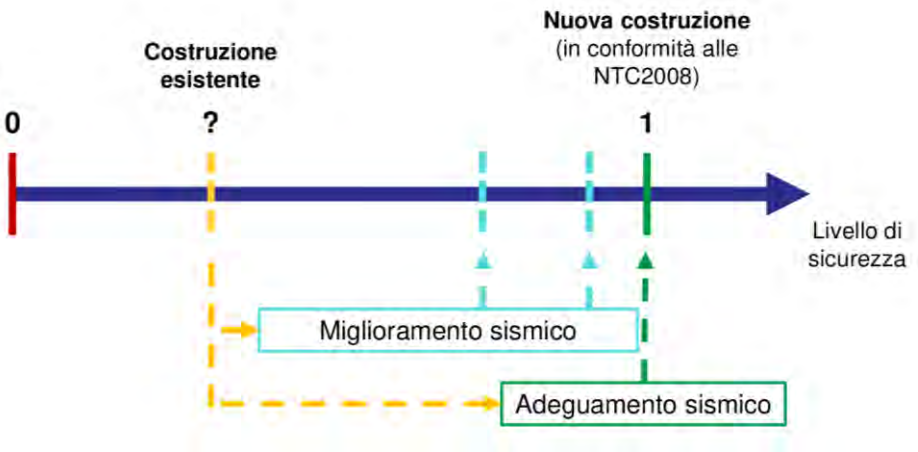
L'obiettivo degli interventi di progetto è di innalzare tale livello di sicurezza (Figura 3.1). Seguendo questa logica, le normative classificano gli interventi sulle costruzioni esistenti in tre categorie:

- **Interventi di adeguamento**, che permettono di raggiungere il livello di sicurezza di un edificio nuovo (pari o superiore a 1) previsto dalle norme vigenti;
- **Interventi di miglioramento**, che incrementano il livello di sicurezza dell'edificio, pur mantenendolo al di sotto dell'unità, cioè senza raggiungere quella minima per le nuove costruzioni;
- **Riparazioni o interventi locali**, che interessano in genere elementi isolati e che comunque comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti localmente; in ogni caso non possono modificare il comportamento delle altre parti della struttura.

[1] *D.M. 14 gennaio 2008, in materia di "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni."*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

Figura 3.1 - Miglioramento e adeguamento sismico



Da qui si apre il vastissimo mondo degli interventi possibili, dei materiali e delle tecnologie disponibili. Gli interventi sugli edifici esistenti sono molteplici, come molteplici sono le tipologie costruttive e le carenze strutturali che ogni edificio può presentare. L'eterogeneità e l'estrema varietà del patrimonio edilizio italiano, non consentono di stabilire una corrispondenza biunivoca tra carenza strutturale e intervento da eseguire. Diventa quindi impossibile fare una descrizione esauriente ed esaustiva di tutte le tecnologie esistenti. In questo documento si proverà ad illustrare una casistica delle principali tecniche di intervento, mettendo in luce quelle che sono le peculiarità di ciascuna.

3.2.2. Criteri di progettazione antisismica[2]

Per comprendere quali sono le carenze di un edificio esistente e individuare l'intervento più adatto da eseguire, è necessario introdurre quali sono i criteri per una buona progettazione antisismica. Il presente paragrafo riassume brevemente i principi alla base della moderna filosofia di progettazione ed elenca i requisiti che gli edifici devono soddisfare per esibire un buon comportamento sismico. Il mancato rispetto di tali caratteristiche consente di individuare le vulnerabilità tipiche delle strutture esistenti.

3.2.2.1. Performance-Based Design, duttilità e gerarchia delle resistenze

Le norme tecniche del nostro Paese sono state profondamente innovate a partire dalla pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3274[3] del 2003 e successivamente dall'emanazione delle NTC 2008. Tali norme sono allineate con il sistema di normative europee, denominate Eurocodici, e con i criteri di progetto utilizzati nei Paesi a più alta attività sismica (USA, America del Sud, Cina, Giappone ed Asia del Sud-Est).

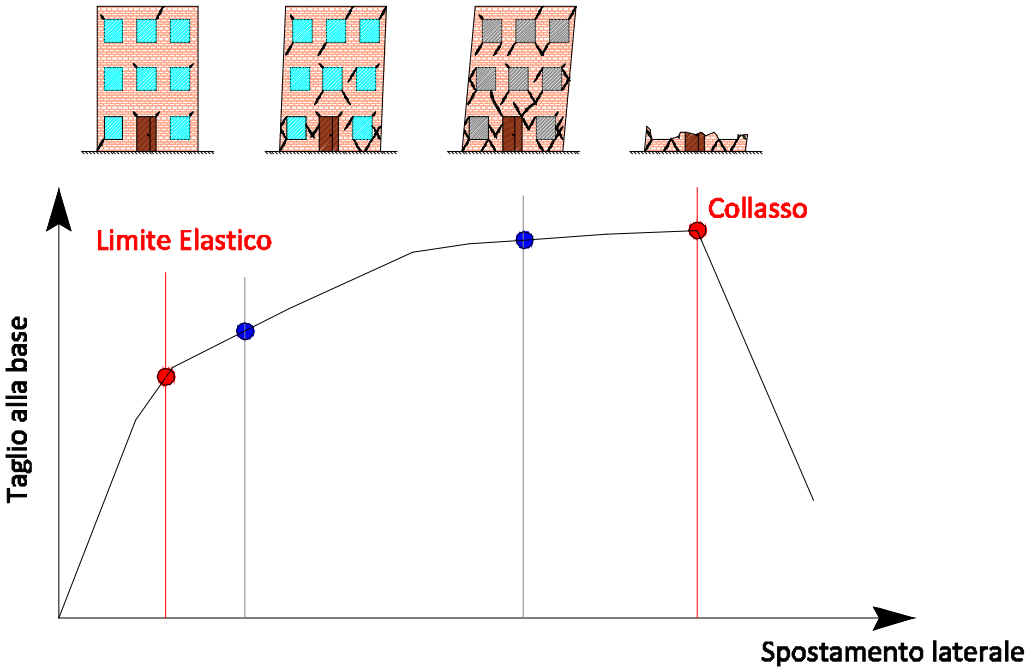
I criteri di progettazione antisismica moderni si basano sull'idea che, essendo i terremoti di forte intensità molto rari, la struttura può essere progettata in modo che, in tali eventi, si deformi oltre il limite elastico ammettendo danneggiamenti anche importanti, purché venga mantenuta la sua capacità di sopportare i carichi verticali e quindi non si verifichino, oltre che rotture locali, fenomeni di instabilità. Si valuta perciò il **comportamento globale** della struttura definendo diversi livelli di prestazione in base al livello di intensità sismica attesa. Semplificando, si può dire che eventi sismici con intensità maggiori producono spostamenti della struttura più elevati, è quindi possibile definire i **livelli di prestazione** che la struttura, nella sua globalità, deve soddisfare al crescere dell'**intensità del sisma**, correlandoli a precisi valori dello **spostamento**. Questa moderna filosofia di progettazione antisismica viene comunemente indicata con il termine **Performance-Based Design**[4] ed è rappresentata schematicamente in Figura 3.2.

---

[2] *Petrini L., Pinho R., Calvi G.M. (2004) "Criteri di progettazione antisismica degli edifici", Iuss Press.*
[3] *O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003, in materia di "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."*
[4] *Hamburger R.O. (1998) "Performance-Base Analysis and Design Procedure for Moment Resisting Steel Frames", Background Document, SAC Steel Project.*

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Figura 3.2 - Performance-Based Design



Nella figura si possono identificare i diversi livelli di prestazione tra due situazioni estreme:

- **per sismi frequenti**, caratterizzati da **un'intensità sismica bassa**, la struttura viene progettata in modo da avere una rigidezza adeguata a subire **spostamenti ridotti e danneggiamenti limitati**;
- **per sismi molto rari**, caratterizzati da **intensità sismica elevata**, si accetta che la struttura possa **danneggiarsi anche gravemente**, sempre **senza collassare**.

Le NTC 2008, in particolare, fanno riferimento a quattro livelli di prestazione sismica della costruzione, identificabili in Figura 3.2, che corrispondono ai quattro stati limite:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** richiede che la costruzione nel suo complesso (includendo elementi strutturali e non) a seguito di un sisma frequente non subisca danni ed interruzioni d'uso;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** richiede che la costruzione nel suo complesso subisca danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** accetta che a seguito di sismi rari la costruzione subisca rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, a condizione di conservare la capacità di resistenza nei confronti delle azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** ammette che a seguito di terremoti molto gravi la costruzione possa subire gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali. Tuttavia, la costruzione deve conservare ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Il comportamento di una struttura, sotto l'effetto di una azione sismica, può essere sintetizzato facendo riferimento a tre grandezza fondamentali:

- **la resistenza**, definibile, semplificando, come la massima forza che la struttura può sopportare rimanendo approssimativamente in campo elastico;
- **la rigidezza**, che esprime la relazione tra carichi e spostamenti dell'intera struttura in campo elastico;
- **la duttilità**, che indica la capacità della struttura di deformarsi in campo post-elastico ed è strettamente correlata con la sua capacità di dissipare energia.

Se consideriamo l'edificio mostrato in Figura 3.3a al crescere dell'intensità della distribuzione di carico orizzontale applicata λF seguirà un incremento degli spostamenti d_C. Tale procedura prende comunemente il nome di analisi

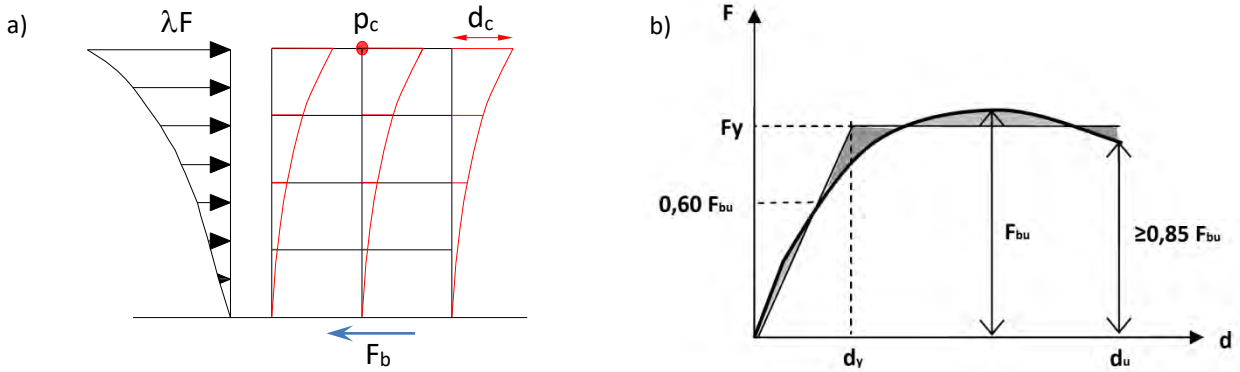
© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti

statica non lineare. La curva rappresentata in Figura 3.3b descrive il legame forza-spostamento. Tale curva, comunemente chiamata curva di capacità, può essere approssimata da una bi-lineare dove la resistenza è definita dalla forza F_y, la rigidezza k è definita dalla pendenza della bi-lineare che approssima la curva, mentre la domanda di duttilità è definita dal rapporto tra lo spostamento in un generico istante e lo spostamento allo snervamento ($\mu = d/d_y$).

Il requisito di **duttilità strutturale** è proprio della filosofia di progetto del Performance-Based Design. Questo infatti prescrive il progetto del comportamento duttile della struttura attraverso un adeguato proporzionamento degli elementi strutturali ed attraverso il progetto duttile delle sezioni.

Una struttura con comportamento duttile permette di salvaguardarsi da rotture improvvise (fragili), che si possono verificare quando le forze di inerzia dovute al sisma superano la resistenza del sistema. Una struttura in grado di deformarsi in campo post-elastico, sopperisce alle eccessive forze di inerzia attraverso la duttilità, assecondando ampie deformazioni. Diversamente, la mancanza di un'adeguata duttilità strutturale può risultare in un collasso fragile, una volta raggiunta la resistenza di progetto.

Figura 3.3 – a) Schematizzazione dell'analisi statica non lineare di un edificio;
b) Legame forza-spostamento della struttura al crescere dell'intensità della distribuzione di carico (Curva di Capacità).



Inoltre, un secondo beneficio legato alla duttilità della struttura è la sua capacità di dissipare l'energia sismica attraverso il 'danneggiamento controllato' degli elementi. I materiali utilizzati subiscono deformazioni plastiche durante il terremoto e, subendo cicli di isteresi, trasformano e dissipano l'energia del sisma. L'adeguato proporzionamento della struttura consente di localizzare il danneggiamento, e quindi la dissipazione di energia, in corrispondenza di specifiche zone degli elementi strutturali appositamente progettate in modo da avere un comportamento duttile.

Il comportamento duttile a livello globale della struttura, è garantito dal progetto. Le modalità di danno caratterizzate da un comportamento duttile, capacità deformative e capacità dissipative precedano sempre quelle con comportamento fragile, impedendone il verificarsi. L'adeguato proporzionamento degli elementi determina una gerarchia delle modalità di danno, in cui i modi duttili precedono quelli fragili, assegnando una resistenza differenziata ai diversi elementi strutturali, così che la 'crisi' di alcuni preceda e quindi prevenga quella di altri. Questi ultimi, ossia quelli da proteggere, sono gli elementi il cui danneggiamento è critico nei confronti del collasso globale della struttura. Un tipico esempio è quello relativo al progetto dei pilastri di un edificio, il cui cedimento viene ritardato garantendo loro una resistenza superiore a quella delle travi che su di essi si innestano. Tale criterio prende il nome di **Gerarchia delle Resistenze**, o **Capacity Design**.

Progettare seguendo la gerarchia delle resistenze richiede di realizzare una struttura regolare, in grado di sfruttare la capacità deformativa globale della struttura in modo adeguato, evitando di concentrare le deformazioni in pochi elementi. La gerarchia delle resistenze e le regole che garantiscono la duttilità delle sezioni sono i cardini che consentono di raggiungere livelli di protezione sismica necessari, permettendo alle strutture di resistere a sismi violenti senza arrivare a collasso.

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione dei due Istituti

Le **prestazioni dissipative dei dispositivi isteretici o ad attrito sono generalmente molto elevate** e superiori a quelle che si ottengono con i sistemi viscoelastici. Questo aspetto, insieme al costo limitato dei materiali e alla semplicità delle lavorazioni, hanno determinato un considerevole successo di questi dispositivi ed un'ampia diffusione nell'adeguamento di edifici esistenti.

Per quanto riguarda la progettazione, si osserva che la semplificazione nello studio della risposta dovuta alla loro indipendenza dalla velocità è controbilanciata dalla complessità prodotta dal comportamento non lineare che può determinare effetti non facilmente prevedibili ed una valutazione affidabile della sicurezza richiede sempre analisi dinamiche di tipo 'time-history'.

Infine, per quanto riguarda le valutazioni costi-benefici, è utile ricordare che le economie immediatamente conseguibili grazie al costo ridotto e alla semplicità costruttiva sono compensate dalla necessità di intervento ogni volta che un evento sismico provoca il superamento della soglia elastica. Nel caso di dispositivi ad attrito l'intervento può limitarsi al riposizionamento dei dissipatori e alla contemporanea verifica delle condizioni delle superfici di scorrimento e del sistema di coazione. Nel caso di dispositivi basati sulla plasticizzazione di componenti, la limitata capacità di sopportare deformazioni plastiche cicliche implica generalmente la loro completa sostituzione. In ogni caso, la presenza di deformazioni residue e la ridotta capacità dissipativa residua dopo il sisma li rendono poco adatti all'adeguamento di costruzioni che devono risultare pienamente efficaci dopo il terremoto, quali ospedali e strutture operative della protezione civile.

3.4.2.3. Sistemi di controventamento esterno

I dissipatori possono essere impiegati in strutture indipendenti in acciaio a grande rigidezza e resistenza poste all'esterno dell'edificio. Il sistema viene rigidamente collegato all'edificio esistente a livello dei solai e dissipa energia tramite dispositivi che si attivano a seguito del movimento della struttura indotto dall'input sismico, esercitando un'azione frenante del movimento oscillatorio.

Il sistema è molto efficace e può facilmente garantire livelli di protezione sismica superiore ai limiti normativi.

L'impiego è ottimale nell'adeguamento di complessi edilizi di pubblica utilità, quali scuole e ospedali, di cui non si vuole interrompere il servizio, dal momento che tutti gli interventi necessario sono eseguibili senza interferire con gli spazi interni e trasferire le attività.

3.4.2.4. Collegamento tra trave e pilastro mediante dispositivi di dissipazione energetica

I dissipatori possono essere impiegati per risolvere le vulnerabilità relative alla presenza di collegamenti insufficienti tra elementi strutturali verticali ed elementi strutturali orizzontali, nonché tra questi ultimi.

Alcuni dispositivi a comportamento elastoplastico sono stati sviluppati e pensati per applicazioni su strutture prefabbricate. Tali dispositivi vengono inseriti direttamente nei collegamenti anziché nei diagonali come nelle strutture intelaiate in c.a.. L'ancoraggio tra trave e pilastro può essere ottimizzato inserendo dispositivi di dissipazione energetica (Figura 3.89) in modo tale che, a seguito del terremoto, i due elementi non si danneggino e il dispositivo sia l'unico da sostituire. Importante è non modificare la capacità rotazionale della connessione, ad esempio con l'introduzione di squadrette metalliche all'intradosso della trave.

Figura 3.89 – Collegamento dissipativo non rigido tra trave e pilastro di un edificio prefabbricato

Fonte: AA.VV. Gruppo di Lavoro Agibilità Sismica dei Capannoni Industriali (2012) "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettato con criteri antisismici"

© Tutti i diritti sono riservati a CRESME e ISI
Il documento non può essere riprodotto in nessuna forma, senza l'approvazione scritta dei due Istituti