



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



UTC - Prefettura di Ragusa



Regione Siciliana Protezione
Dipartimento della Protezione Civile



Provincia Regionale di Ragusa



CITTA' DI RAGUSA

www.comune.ragusa.gov.it



SETTORE VI

Ambiente, Energia, Protezione Civile e Verde Pubblico

SERVIZIO DI PROTEZIONE CIVILE

Via Mario Spadola, 55 - Tel. 0932-878002 - Fax. 0932-878000

e-mail: protezione.civile@comune.ragusa.gov.it



PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE



Regione Siciliana
Corpo Forestale



Ministero dell'Interno
Comando Provinciale dei
Vigili del Fuoco

PARTE II - RISCHIO SISMICO

Progettisti: Gruppo di lavoro Funzione di Supporto 1

Responsabile: Arch. Marcello Dimarino

Arch. Pian. Costanza Dipasquale

Dott. Geologo Sara Diralmondo

Ing. Cristina Licitra

Ing. Giuseppe Martorina

Collaboratori: Tec. GIS Giannamaria Pluchino

Geom. Angelo Giurdenella

Geom. Giorgio Migliorisi

Istr. Amm. Giuseppe Schembari

*Settore logistico Gruppo Comunale dei
Volontari di Protezione Civile*

Dirigente del settore VI

Ing. Giulio Lettica

Il Sindaco

Ing. Federico Piccitto

SOMMARIO

Sommario	1
Premessa	3
1. Scenari di evento e di rischio.....	5
1.1 Sismicità del territorio	6
1.2 Pericolosità locale (microzonazione sismica)	11
1.3 Vulnerabilità sismica degli edifici esistenti.....	14
1.3.1 Metodi di valutazione.....	14
1.3.2 Centro storico di Ragusa.....	16
1.3.3 Area urbana dell’edilizia moderna	21
1.3.4 Edifici strategici e beni culturali	22
1.4 Rischio sismico.....	25
2. Interventi di previsione e prevenzione.....	27
2.1 Approfondimento degli studi di vulnerabilità e microzonazione.....	27
2.2 Interventi non strutturali.....	29
2.2.1 La pianificazione urbanistica	29
2.2.2 L’informazione preventiva alla popolazione	33
2.3 Interventi strutturali.....	34
2.3.1 Risorse finanziarie disponibili	35
2.3.2 Miglioramento sismico e tecniche di intervento sul patrimonio edilizio esistente	35
3. Il modello di intervento	50
3.1 Fasi operative e procedure organizzative	50
3.2 Segnalazione e comunicazione dell’evento.....	51
3.3 Fase di allarme.....	52
3.3 Fase di emergenza.....	54

3.4 Fase di post-evento	56
4. Norme comportamentali.....	57

PREMESSA

Il rischio sismico rappresenta la problematica più rilevante per il territorio comunale rispetto ad altre tipologie di eventi, per due motivi principali: da un lato le caratteristiche di sismicità del territorio esprimono l'elevata probabilità che possa verificarsi un evento sismico anche di rilevante intensità, oltre all'impossibilità di prevedere l'evento stesso; dall'altra le caratteristiche urbanistiche ed edilizie del centro urbano, ed in particolare del centro storico, fanno ipotizzare danni notevoli anche a fronte di eventi non particolarmente forti. In caso di evento sismico i motivi che causano la perdita di vite umane possono essere di diverso tipo: oltre al crollo di edifici ed infrastrutture, il sisma può innescare fenomeni come frane, liquefazione dei terreni, maremoti, incendi.

Sulla base di tali considerazioni l'attenzione è stata posta in maniera approfondita in prima istanza sul centro storico; in questo ambito si riscontrano infatti i maggiori fattori di rischio, quali:

- la presenza di un edificato storico e quindi non antisismico,
- la densità edilizia particolarmente elevata,
- la sostanziale inadeguatezza delle aree di emergenza e delle vie di fuga,
- la presenza di beni di grande valore storico-architettonico.

Per la restante parte della città, definita come "area urbana dell'edilizia moderna" si è effettuata un'analisi speditiva di vulnerabilità, basata su un set limitato di indicatori e su aggregati edilizi; si procederà quindi ad estendere lo studio di dettaglio sulla base del criterio dell'epoca di costruzione e dei risultati dello studio di vulnerabilità, tralasciando alla fine i quartieri di recente realizzazione che le nuove norme urbanistiche ed antisismiche hanno reso meno vulnerabili.

Un risultato importante nell'ambito del presente studio è rappresentato dall'individuazione delle situazioni di criticità per diverse componenti:

- criticità del patrimonio edilizio e dei settori urbani, individuate attraverso le analisi di vulnerabilità
- criticità delle aree di emergenza ed in particolare delle aree di attesa, individuate attraverso un'apposita analisi multicriteria
- criticità del sistema della viabilità e delle infrastrutture di trasporto a livello dell'intero territorio comunale

Per tali situazioni il piano di protezione civile definisce idonee misure di intervento in fase di gestione delle emergenze; gli strumenti di pianificazione e progettazione urbanistica dovranno inoltre prevedere specifici ed indifferibili risoluzioni (in tal senso dovranno essere considerate delle priorità di intervento).

Uno strumento fondamentale a supporto della pianificazione comunale di emergenza è il Sistema Informativo Territoriale, che è stato aggiornato ed incrementato nell'ambito del presente studio; attraverso il SIT è stato possibile effettuare le elaborazioni relative alla definizione degli scenari di evento e di rischio (microzonazione, vulnerabilità, ecc.) e alla gestione delle emergenze (aree di attesa, elementi critici, ecc.).

Molti riferimenti all'interno del Piano derivano direttamente da studi e documenti ufficiali prodotti dai principali Enti ed Istituti operanti a livello nazionale in campo sismico quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.); l'Ufficio Servizio Sismico Nazionale (U.S.S.N.) del Dipartimento della Protezione Civile; il Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (G.N.D.T.), il Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)

1. SCENARI DI EVENTO E DI RISCHIO

Il rischio sismico viene individuato dalla combinazione tra la probabilità di accadimento di un determinato evento, la vulnerabilità e il valore esposto dell'area soggetta a pericolo (persone, edifici, strade, infrastrutture).

R (Rischio) = P (Pericolosità) x V (Vulnerabilità) x E (Esposizione):

La **pericolosità sismica** di un territorio è rappresentata dalla sua sismicità, che è una caratteristica fisica del territorio ed indica la frequenza e la forza con cui si manifestano i terremoti. La pericolosità viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) di nostro interesse; si può definire attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una data magnitudo in un certo intervallo di tempo, sulla base della conoscenza della frequenza e dell'energia associate ai terremoti che caratterizzano un territorio. La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata magnitudo, a parità di intervallo di tempo considerato.

Gli studi di pericolosità sismica sono utilizzati nelle analisi territoriali e regionali finalizzate a zonazioni (pericolosità di base per la classificazione sismica) o microzonazioni (pericolosità locale). In quest'ultimo caso, valutare la pericolosità significa individuare le aree a scala comunale che, in occasione di una scossa sismica, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione.

La **vulnerabilità sismica** è la propensione di una struttura a subire un danno di un determinato livello, a fronte di un evento sismico di una data intensità. Le conseguenze dell'evento dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di una scossa sismica. Quanto più un edificio è vulnerabile (per tipologia, progettazione inadeguata, scadente qualità dei materiali e modalità di costruzione, scarsa manutenzione), tanto maggiori saranno i danni subiti.

L'**Esposizione** è rappresentata dal valore degli elementi a rischio (persone, edifici, strade, infrastrutture); è definita quindi dalla maggiore o minore presenza di beni che possono subire un danno a seguito di un evento sismico, in termini di danno economico, ai beni culturali, perdita di vite umane. Un aspetto rilevante dell'esposizione è la presenza in Italia di un patrimonio culturale inestimabile.

1.1 Sismicità del territorio

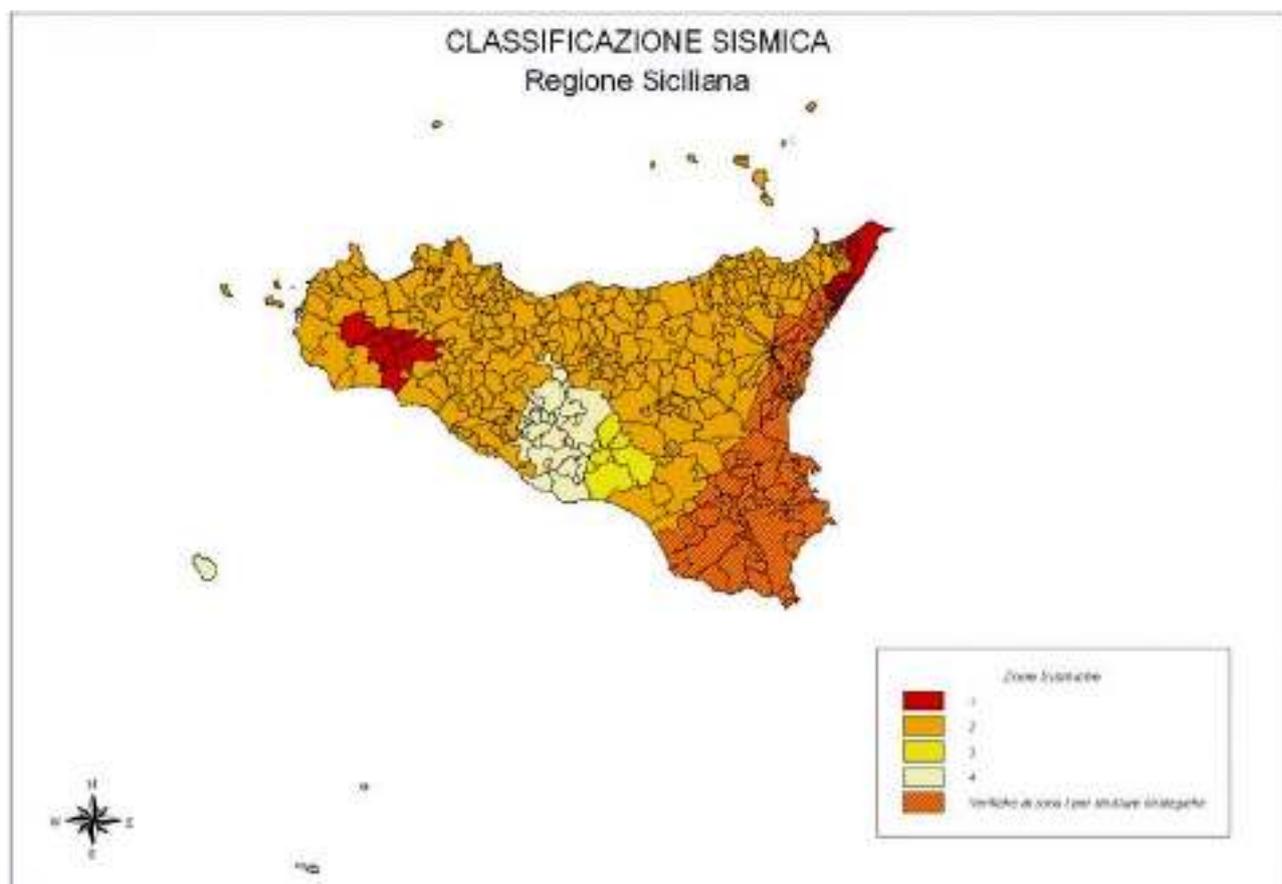
Dallo studio sull'intensità e sulla frequenza dei terremoti avvenuti, negli anni 80 è stata emanata la prima normativa antisismica italiana, che prevedeva la classificazione sismica del territorio nazionale al fine dell'applicazione di speciali norme per le costruzioni. Nel 2003, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio, sono stati emanati i criteri di nuova classificazione basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

La Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19 dicembre 2003 ed il successivo D.D.G. n. 3 del 15 gennaio 2004 hanno reso esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, distinguendo il territorio in quattro aree a diversa pericolosità sismica.

- Zona 1 - E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti (comprendono l'area dello stretto di Messina e la zona del Belice)
- Zona 2 - Nei Comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti (quasi tutto il resto della Sicilia)
- Zona 3 - I Comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti (parte del settore centro-meridionale)
- Zona 4 - E' la zona meno pericolosa (parte del settore centro-meridionale)

Il territorio del comune di Ragusa (come di tutta la provincia) è stato classificato in Zona 2

La normativa regionale individua inoltre un'area a pericolosità sismica speciale ricadente tra le province di Messina, Catania, Ragusa e Siracusa, in cui, sebbene ricadenti in Zona 2, le verifiche tecniche di sicurezza sismica di strutture strategiche e rilevanti, da effettuare obbligatoriamente da parte degli Enti proprietari, ai sensi dell'OPCM n. 3274/2003, dovranno essere eseguite con vincolo di pericolosità di Zona 1.



Classificazione Sismica Regionale (DGR n. 408 del 19/12/2003)

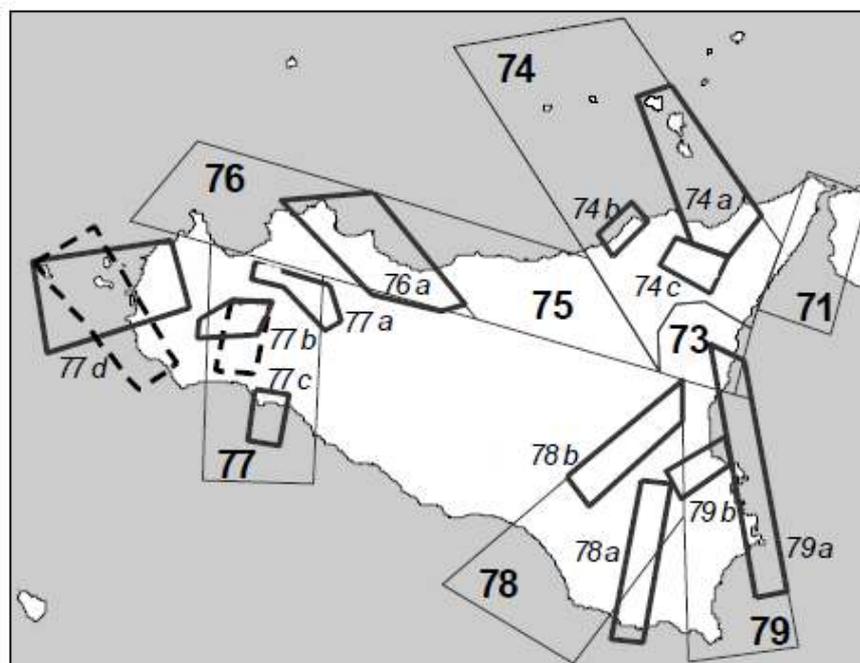
Sulla base delle informazioni sugli eventi sismici fornite dall'INGV, si evince che i terremoti più significativi per il territorio della Sicilia avvengono:

- nel settore sud-orientale;
- lungo la catena dei Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo;
- nella zona del Belice;
- nelle aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie.

La descrizione delle aree sismogenetiche della Sicilia sud orientale riportata di seguito è stata tratta dalla pubblicazione R. Azzaro, M.S. Barbano, R. Rigano, B. Antichi *Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia*.

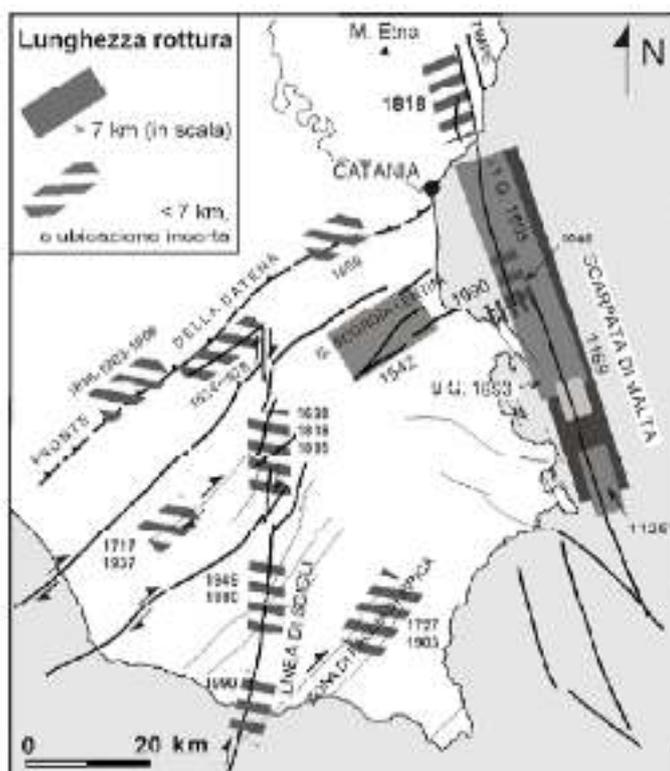
In generale si può affermare che in Sicilia i terremoti sembrano distribuiti lungo faglie regionali, che hanno giocato un ruolo importante nell'evoluzione geodinamica recente dell'area. Va sottolineato il ruolo fondamentale che sembrano avere, nel quadro sismotettonico discusso, le zone di taglio crostale (Zona di trascorrenza del Canale di Sicilia, Sistema Sud-Tirrenico, Linea Tindari-Giardini auct., Scarpata

Ibleo- Maltese), laddove intersecano il fronte dei thrust, essendo qui localizzati i terremoti più violenti della Sicilia.



Possibili strutture sismogenetiche e subzone all'interno della zonazione esistente

In Sicilia sud-orientale la sismicità è distribuita principalmente in due settori: lungo la costa ionica, dove gli eventi raggiungono magnitudo circa 7.0; nell'area interna, con terremoti di ~~M~~MS.5. Rispetto alla zonazione esistente, è stato proposto un possibile modello sismogenetico dell'area illustrato nella figura successiva.



Carta delle strutture sismogenetiche della Sicilia sud-orientale modificata da Azzaro e Barbano, 1999

La Scarpata di Malta, per la quale si hanno evidenze di attività tardo-Quaternaria, sembra la sorgente più probabile per i grandi terremoti che hanno colpito la regione (1169, 1693, 1818). Essa è costituita da un sistema di faglie prevalentemente normali a direzione NNO-SSE, con un rigetto verticale cumulativo di 3000 m, suddiviso in segmenti il più settentrionale dei quali si estende in terra fino all'area etnea. Il settore interno del Plateau Ibleo è attraversato dalla Linea di Scicli, una zona di trascorrenza di primo ordine che si sviluppa per una lunghezza di circa 100 km dallo Stretto di Sicilia fino al margine settentrionale del plateau. Sebbene per questo sistema non si osservino evidenze di attività tettonica successiva al Pleistocene medio, la distribuzione dei terremoti (1698, 1818, 1895, 1949, 1980, 1990) indica l'esistenza di strutture sismogenetiche minori ad esso riferibili. Il margine settentrionale e nord-occidentale dell'avampese risulta fagliato da un sistema orientato NE-SO sotto il fronte delle unità più esterne della Catena Appenninico-Maghrebide. Esso è caratterizzato da ampie depressioni strutturali quaternarie come il graben Scordia-Lentini, attivo fino al Pleistocene medio, e da faglie cieche lungo il fronte della catena ai quali si possono associare terremoti con magnitudo massima 6.4 (1542, 1990) e 5.2 (1898, 1903, 1909, 1959) rispettivamente. Altre strutture sismogenetiche sono individuabili nella Piana di Vittoria, dove si sviluppano faglie cieche responsabili degli eventi del 1717-1937, e nel sistema di Ispica, l'unico dell'area per il quale è documentata un'attività tardo quaternaria-olocenica (terremoti del 1727-1903).

Attraverso il DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, Stucchi et alii. (2007), <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>, è stata individuata la storia sismica del territorio, come riportato di seguito.

Numero totale di terremoti: 16				
Is	Giorno Mese Anno	Area epicentrale	Io	Mw
NC	10. 12. 1542	Siracusano	10	6.62
10	11. 01. 1693	Sicilia orientale	11	7.41
3-4	07. 01. 1727	NOTO	7-8	5.37
F	20. 02. 1818	Catanese	9	6.00
7-8	01. 03. 1818	Monti Iblei	7-8	5.63
4	11. 01. 1848	AUGUSTA	8	5.48
NF	12. 08. 1898	ROMETTA	6-7	5.03
3-4	02. 11. 1898	CALTAGIRONE	5-6	4.63
3	08. 09. 1905	Calabria	11	7.06
5-6	23. 12. 1959	PIANA DI CATANIA	6-7	5.23
3	31. 10. 1967	Monti Nebrodi	8	5.50
F	15. 04. 1978	Golfo di Patti	9	6.06
5-6	23. 01. 1980	MODICA	5-6	4.63
2-3	13. 08. 1987	MALETTO	4-5	4.03
6	13. 12. 1990	Sicilia sud-orientale	7	5.68
4	06. 09. 2002	PALERMO	6	5.89

Is = Intensità sismica risentita a Ragusa (MCS)

Io = Intensità epicentrale (MCS)

Mw = Magnitudo (Richter)

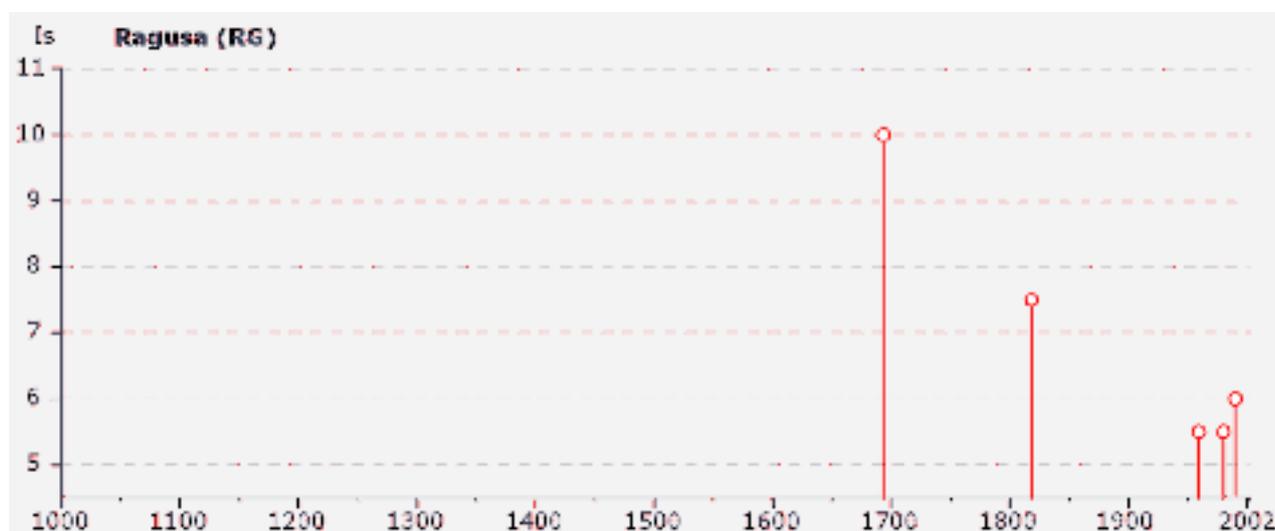


Diagramma della storia sismica, per i terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5.

Dal confronto con la mappa dei terremoti italiani del passato (800-2004, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>) è facile notare che i terremoti spesso avvengono in zone già colpite in passato. Gli eventi storici più forti si sono verificati in Sicilia, nelle Alpi orientali e lungo gli Appennini centro-meridionali, dall'Abruzzo alla Calabria.

L'evento che ha avuto maggiori conseguenze nel territorio è il sisma che si verificò l'11 gennaio 1693 alle ore 13:30 con epicentro localizzato (sulla base dei risultati del modello SIGE) nel comune di Sortino in provincia di Siracusa. Questo terremoto rappresenta, assieme al terremoto di Messina del Dicembre 1908, l'evento catastrofico di maggiori dimensioni che abbia colpito il territorio italiano in tempi storici. Il sisma ha causato complessivamente circa 60.000 vittime; Il numero più elevato di vittime è stato registrato nella città di Catania, dove sono morti circa i 2/3 della popolazione. L'area colpita fu molto vasta, coinvolgendo un territorio di oltre 14.000 kmq, anche se complessivamente danni di rilievo sono stati riscontrati dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese,

1.2 Pericolosità locale (microzonazione sismica)

Gli studi di microzonazione sismica sono di fondamentale importanza nella pianificazione al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Come esplicitato nelle Linee guida elaborate dal Gruppo di Lavoro “Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica”, - Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, per microzonazione sismica si intende la *valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la microzonazione sismica individua e caratterizza:*

1. *le zone stabili*
2. *le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico*
3. *le zone suscettibili di instabilità.*

La sperimentazione e l'applicazione degli Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica rientrano a pieno titolo nei programmi nazionali di previsione e prevenzione previsti dall'articolo 4 della legge 24 febbraio 1992, n. 225.

Ai fini della prevenzione sismica e della valutazione del rischio sismico, la microzonazione sismica è uno strumento molto utile per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione dell'emergenza.

In sostanza, lo studio di microzonazione sismica viene sintetizzato in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi gli studi di microzonazione sismica possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;
- il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la *Carta di microzonazione sismica*;
- il livello 3 restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche o aree particolari.

La stesura di uno studio di microzonazione sismica ai sensi dei dettami di quanto previsto dalle suddette Linee guida richiede risorse sia di tipo economico che temporali attualmente non presenti nella disponibilità dello scrivente gruppo di lavoro. Al fine di elaborare uno studio dal carattere "speditivo", gli scriventi hanno utilizzato una metodologia semplificata, la quale sfrutta le basi teoriche della metodologia H/V (Nakamura.....) per il calcolo della frequenza di risonanza dei suoli, e la formula di Pratt per il calcolo della frequenza di risonanza degli edifici.

Infatti, considerato che lo scopo dell'analisi è evitare il fenomeno della “doppia risonanza”, cioè della coincidenza tra la frequenza di risonanza tra il terreno e la struttura sovrastante, si può ricavare una formula semplificata che pone in relazione il numero dei piani dell'edificio con la velocità delle onde di taglio del terreno e con lo spessore della copertura dei terreni:

$$10 \text{ Hz} / \text{numero dei piani} = \text{circa } V_s / (4H)$$

dove:

V_s = velocità delle onde di taglio

H = spessore della copertura

Considerato che i valori delle velocità delle onde di taglio, misurati in sito in maniera diretta (con generazione di onde di taglio), sono prescritti dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni del 16/01/2008 e dunque esistono ampi database di indagini geofisiche in merito, considerato che nonostante non esista ufficialmente una carta geologica della città di Ragusa a scala di dettaglio e tanto meno una “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica”, considerato che le aree di copertura nella città di Ragusa sono limitate ad aree “di riempimento” (vedi zona industriale e aree di incisione fluviali quali Cava Santa Domenica, ad esempio) e che il restante territorio per le sue caratteristiche litotecniche può, grosso modo, essere assimilato ad area di bedrock, è teoricamente possibile conoscere in prima approssimazione e in via del tutto teorica quali edifici possiedono una altezza compatibile con un potenziale fenomeno di “doppia risonanza”.

Ad esempio, considerata una ipotetica copertura costituita da materiale di alterazione “top soil” spesso 3.0 metri la cui velocità media delle onde di taglio è pari a 600 m/sec., poggiante su un bedrock carbonatico la cui velocità media delle onde V_s è pari a 1600 m/sec. avremo che:

$$\text{numero dei piani} = [600 / (4 * 3.0)] / 10 = 5$$

nella configurazione (non irrealistica) della maggior parte dell'estensione areale dell'abitato di Ragusa, ed avremo anche che:

$$\text{numero dei piani} = [600 / (4 * 10.0)] / 10 = 1.5$$

nella configurazione da fondo valle, materiale di riempimento in genere con uno spessore di 10,0 metri.

Sono stati individuati, in prima approssimazione, quali edifici ricadono per tipologia ed ubicazione all'interno delle area ove è ipotizzabile un meccanismo di doppia risonanza, sui quali effettuare i corretti approfondimenti necessari con verifiche molto più raffinate.

Il metodo tiene conto dell'influenza della posizione dell'edificio rispetto al ciglio di un versante; tuttavia si rimanda a tutti i possibili modelli bi e tridimensionali del terreno per una completa esposizione come nelle già citate linee guida.

Bibliografia:

- Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento di Protezione Civile – parte I – 2008
- Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Piermaria Luigi Rossi “Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica” - Rivista “Il Geologo dell'Emilia Romagna” - 2010
- Thomas L. Pratt, <http://faculty.washington.edu/tpratt/frequencies.htm>

1.3 Vulnerabilità sismica degli edifici esistenti

1.3.1 Metodi di valutazione

La vulnerabilità sismica è la propensione di una struttura a subire un danno di un determinato livello a fronte di un evento sismico di una data intensità; rappresenta quindi un indicatore sintetico delle caratteristiche strutturali di un edificio che determinano la maggiore o minore probabilità che l'edificio stesso possa subire danni per effetto di un terremoto di assegnate caratteristiche.

La vulnerabilità sismica di un edificio è espressa attraverso due parametri, l'azione sismica e il danno. L'azione sismica può essere rilevata sulla base dell'intensità macrosismica I (che presenta il grande vantaggio della disponibilità di dati sulla sismicità storica) oppure attraverso dati relativi al movimento del suolo in un determinato luogo, quale ad esempio l'accelerazione di picco al suolo (tali parametri presentano il vantaggio di una maggiore accuratezza per la comprensione del comportamento degli edifici sottoposti all'azione sismica ma presenta lo svantaggio di un minore supporto di dati perché il numero di terremoti recenti per cui sono disponibili registrazioni strumentali unitamente ad una stima dei danni provocati, è molto limitato).

Per poter valutare il danno probabile si utilizzano diversi metodi. Generalmente si ricorre ad analisi a posteriori, rilevando i danni provocati dai diversi terremoti che hanno interessato il territorio nazionale, ed associandoli all'intensità della scossa subita; molto più complessa è invece la valutazione della vulnerabilità degli edifici prima che si verifichi un evento sismico. I metodi per la valutazione della vulnerabilità, che possono anche prevedere la combinazione di più tecniche, sono così sintetizzati:

Metodi di tipo meccanicistico. La previsione del danno è formulata in base ad analisi strutturali che esprimono la risposta sismica delle costruzioni esistenti ad eventi sismici simulati. La misura dell'azione sismica è espressa da parametri quali l'accelerazione massima al suolo e la misura del danno è quantificata da variabili meccaniche in base a calcoli analitici sullo stato tensionale e deformativo della struttura. Si tratta di modelli molto attendibili limitati tuttavia dalla necessità di individuazione di dati approfonditi sulle caratteristiche costruttive degli edifici, infatti sono adatti a valutazioni che riguardano o singoli edifici o gruppi molto simili.

Metodi statistici e tipologici Si utilizzino dati omogenei sulle caratteristiche degli edifici (quali i dati rilevati dai censimenti ISTAT sulle abitazioni) e che mettono in relazione il livello di danno rilevato in precedenti terremoti con diverse tipologie costruttive. La valutazione è basata sui danni osservati in precedenti terremoti su edifici appartenenti alla tipologia in esame. Questi metodi sono relativamente semplici nell'applicazione, ma richiedono dati di danneggiamento da passati terremoti non sempre disponibili; inoltre trattandosi di valutazioni di tipo statistico vengono in genere utilizzati per insiemi di edifici.

Nei metodi tipologici la misura dell'azione sismica è di tipo macrosismico mentre per la valutazione del danno viene determinato un indice di vulnerabilità calcolato sulla base di una serie di indicatori sulle caratteristiche dell'edificio (consistenti in elementi tipologici, morfologici, dimensionali, materiali). Utilizzando tali indicatori è possibile definire delle classi tipologiche di edifici a ciascuna delle quali è associabile una curva di vulnerabilità o una matrice di probabilità di danno, che vengono individuati sulla base dei modelli statistici sui danni causati dai terremoti passati (analisi a posteriori); determinata in tal modo una certa classe dell'edificio è possibile individuare la corrispondente curva di vulnerabilità e la relativa matrice di probabilità di danno. Questi metodi comportano un modesto impegno nei rilevamenti e sono quindi adatte per operare su aree estese.

Metodi semeiotici. La vulnerabilità è descritta attraverso l'osservazione di una serie di fattori che contribuiscono in diversa misura a definire un valore di vulnerabilità globale, ovvero influiscono sulla capacità di risposta della struttura ad un evento sismico. Tali fattori si traducono in parametri che costituiscono indici parziali per il calcolo dell'indice complessivo di vulnerabilità. All'indice è possibile attribuire una matrice di probabilità di danno. In genere non si associa alcuna previsione di danno e sono utili per confrontare diverse costruzioni ma richiedono una certa perizia per il rilevamento dei dati.

Metodi di expertise. Si utilizzano i giudizi esperti per valutare il comportamento sismico e quindi la vulnerabilità di predefinite tipologie strutturali o per individuare i fattori che determinano il

comportamento delle costruzioni e valutarne, in termini qualitativi e quantitativi, la loro influenza sulla vulnerabilità.

Si può pervenire ad un risultato di due tipi: la vulnerabilità assoluta, che rappresenta il danno medio (o una distribuzione di probabilità di danno) in funzione dell'intensità sismica; la vulnerabilità relativa, che permette di ordinare le costruzioni in funzione della loro vulnerabilità sismica attraverso opportuni indici per i quali, però, non viene data una relazione diretta fra danno e intensità sismica. La misura della vulnerabilità può essere inoltre di tipo quantitativo (forniscono il danno in forma numerica, probabilistica o deterministica), o di tipo qualitativo (ricorrono a descrizioni in termini di livelli qualitativi quali basso, medio, etc.).

Allo scopo di facilitare e migliorare i rilievi macrosismici post-sisma finalizzati alla valutazione dell'intensità locale di un terremoto, per la prima volta sono state definite nella **scala macrosismica MSK** le classi di vulnerabilità, nelle quali classificare le diverse tipologie edilizie che caratterizzano gli edifici. La scala MSK suddivide gli edifici in tre classi di vulnerabilità (A, B e C) collegate direttamente ad altrettanti gruppi di tipologie edilizie. Alla classe A corrispondono gli edifici in muratura più scadente (struttura portante in pietrame), alla classe B gli edifici in muratura più resistente (struttura portante in mattoni) e alla classe C gli edifici con struttura in cemento armato. Nei primi anni '90 la European Seismological Commission utilizzò molti dei principi formulati nella Scala MSK per lo sviluppo della **scala EMS**, che attualmente è lo standard per la valutazione dell'intensità in Europa. La scala EMS, oltre a migliorare le attribuzioni di classe degli edifici tradizionali, evidenziando comunque le inevitabili incertezze di attribuzione, include nella classificazione anche gli edifici progettati con criteri antisismici, assenti nella scala MSK, estendendo il range delle classi, dalle 3 (A, B, C) della MSK a 6 (A, B, C, D, E, F). Per ciascuna classe di vulnerabilità, le scale MSK e EMS forniscono anche le distribuzioni del danneggiamento, articolate in 5 livelli di danno in aggiunta alla situazione di danno nullo, previste per ciascuna intensità sismica espressa nella stessa scala.

1.3.2 Centro storico di Ragusa

La verifica delle strutture storiche in muratura è un problema complesso per la difficoltà di considerare adeguatamente la geometria, i materiali e le condizioni di vincolo interno. A tutto questo si aggiunge l'evolversi delle vicende storiche attraverso le quali si è formata e trasformata la costruzione. La muratura è un materiale composito costituito dall'assemblaggio di elementi, che possono essere naturali

(pietre erratiche, a spacco, sbozzate o squadrate) o artificiali (laterizi). Le variabili caratteristiche della muratura sono:

- il materiale costituente gli elementi (pietra, laterizio, terra cruda, ecc., usati anche in modo misto);
- le dimensioni e la forma degli elementi;
- la tecnica di assemblaggio (a secco o con giunti di malta);
- la tessitura, ovvero la disposizione geometrica degli elementi nel paramento murario;
- ulteriori dettagli (listatura, uso di scaglie, ecc.).

La risposta meccanica di questo materiale composito dipende da tutte queste variabili. Le costruzioni in muratura presentano, nella maggior parte dei casi, gravi carenze strutturali associate a fenomeni di varia natura, come l'inefficacia di elementi che garantiscono un buon comportamento scatolare della struttura o la cattiva risposta sismica globale dell'edificio.

Sono frequenti i casi in cui gli interventi sugli edifici esistenti nascono da esigenze non specificatamente strutturali; ne sono un esempio gli adeguamenti impiantistici, legati o meno ad esigenze di adeguamento normativo. Quasi sempre questi interventi interagiscono con parti strutturali e capita assai frequentemente che, se non adeguatamente calibrati, essi comportino una sensibile riduzione di resistenza degli elementi interessati e, talvolta, una trasformazione del funzionamento della costruzione.

Si possono considerare tra gli interventi che riducono la capacità resistente della struttura, e che quindi sarebbe opportuno per quanto possibile evitare:

- i tagli negli orizzontamenti, sia su tutto lo spessore (formazione di cavedii), sia in traccia (passaggio di impianti a pavimento);
- i tagli orizzontali nelle murature, per i quali è indispensabile limitarne l'estensione e la profondità, e deve essere tenuto conto della diminuita capacità resistente degli elementi interessati;
- i tagli verticali nelle murature, che in alcuni casi, per la loro posizione, sono tali da ridurre non solo la resistenza degli elementi ma anche i collegamenti tra le pareti murarie;
- tutte quelle operazioni che peggiorano la configurazione strutturale nei riguardi dell'azione sismica, sia in termini di dettagli costruttivi che di configurazione globale (ad es.: demolizioni in prossimità di incroci murari).

La Provincia di Ragusa, come le province di Catania e Siracusa, può essere caratterizzata interamente come "Area della pietra". In questo territorio sono state riscontrate tipologie di edifici in muratura

ricorrenti e si sono individuate aree omogenee sulle caratteristiche della natura litologica e della tessitura ed orditura del tessuto murario.

Nei centri maggiori (Ragusa, Modica) la struttura muraria è per lo più migliore rispetto a quella riscontrata nei centri minori (Chiaramonte Gulfi, Monterosso Almo, Giarratana). Ovvero si riscontra una maggiore percentuale di pietrame rispetto alla malta.

Sulla base della tipologia edilizia si riscontrano differenze sulla composizione della muratura, sulle modalità di posa in opera e sulla forma dei blocchi, dall'edilizia più povera a quella di maggior pregio; si evidenzia infatti la frequente presenza di cattivi ammorsamenti tra pareti ortogonali ed un uso di muratura caotica costituita da blocchi sbazzati o arrotondati nell'edilizia più povera mentre il fenomeno è quasi assente nelle costruzioni più recenti o di tipo nobiliare dove si rileva l'uso minore di malta con funzioni di riempimento e blocchi squadriati con buone ammorsature.

Nel centro storico di Ragusa, per quanto riguarda la caratterizzazione litologica, il materiale prevalente è costituito da blocchi naturali di calcari/calcareni. Per quanto riguarda la caratterizzazione tipologica, si riscontra spesso la cosiddetta "muratura di pietra a sacco" che indica in genere che la muratura è costituita da pietrame informe in una matrice di malta di calce; raramente si è riscontrata una muratura costituita da doppia foderia in pietrame con all'interno il sacco con materiale variamente costituito.

Per la valutazione della vulnerabilità edilizia del centro storico è stato elaborato un metodo di tipo semeiotico, utilizzando i criteri e gli indicatori della scheda di sintesi di livello 0 dell'Ordinanza 3274/2003, che è stata approfondita ed integrata con ulteriori indicatori riferiti alla scheda di 1° livello di *rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica* (AeDES 06/2008). Il risultato è un indice sintetico di vulnerabilità in grado di descrivere la tipologia edilizia e i fattori ed elementi che concorrono, in diversa misura, a determinare la resistenza delle strutture all'evento sismico. La vulnerabilità così individuata è di tipo relativo, poiché non viene data una relazione diretta fra danno e intensità sismica.

Si sottolinea tuttavia che tale studio va considerato come valutazione indicativa e speditiva, essendo stato effettuato sulla base di dati descrittivi rilevati a vista. In alcuni casi infatti il dato può risultare non attendibile ed alcuni indicatori non identificabili a causa della carenza di rilievi specifici ed interni all'edificio e a causa delle difficoltà di riconoscibilità di alcuni elementi strutturali dovute alla complessa morfologia dei luoghi e dell'edificato.

I dati utili allo studio sono stati estratti dal sistema informativo territoriale del Piano Particolareggiato Esecutivo del Centro Storico di Ragusa, adottato con Delibera del Consiglio Comunale n.66 del

08/07/2010, su cui Consiglio Regionale dell'Urbanistica ha espresso proprio parere con voto n.67 del 26/07/2012 con relative prescrizioni sulle previsioni progettuali. Nell'ambito del suddetto piano è stata fatta un'analisi delle unità edilizie di tutto il centro storico e realizzato un database edilizio contenente, attraverso un identificativo di ogni unità, informazioni generali (localizzazione, riferimenti catastali, destinazione d'uso, ecc.), dati architettonici e strutturali (tipologie edilizie, tipologie strutturali, epoca di costruzione, numero di elevazioni, ecc.). I dati utilizzati fanno riferimento all'anno 2006 e si riferiscono ad un totale di 8.685 unità edilizie così caratterizzate:

- 7.346 unità di edilizia di base;
- 1.926 unità di edilizia moderna;
- 93 ruderi, 317 unità in pessimo stato e 1.720 in cattivo stato;
- nell'area Unesco sono presenti 2.974 unità edilizie di cui 2.352 edilizia di base; di queste ultime 25 unità di edilizia moderna

L'esistenza di tali informazioni ha rappresentato un supporto molto importante poichè ha consentito, attraverso opportune rielaborazioni, di realizzare in tempi relativamente brevi, un nuovo database finalizzato alla valutazione della vulnerabilità del centro storico di Ragusa. Ad ogni unità edilizia è stato attribuito un Indice di Vulnerabilità (**Iv1**) calcolato in funzione degli indicatori parziali. Nel caso di dati non certi e di elementi non identificati è stato associato il valore massimo peggiorativo.

Da questa valutazione sono stati esclusi, in questa fase, gli edifici di culto in cui, le peculiari caratteristiche strutturali, non consentono una corretta valutazione attraverso l'utilizzo del metodo stabilito.

I criteri e gli indicatori di valutazione individuati sono sintetizzati come segue:

INFORMAZIONI GENERALI

<u>Destinazione d'uso (piano terra e piani elevati)</u>	- abitazione
	- ufficio
	- ricettiva
	- religiosa
	- istruzione
	- deposito
	- garage
	- servizi
<u>Proprietà</u>	- negozio
	- pubblica
	- privata

- Grado di utilizzazione
- utilizzato
 - non utilizzato
 - parzialmente utilizzato

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E DATI DIMENSIONALI

- Tipologia edilizia
- T1 - Edilizia di base
 - T2 - Palazzetto
 - T3 - Palazzo
 - T4 - Edilizia specialistica religiosa monumentale
 - T5 - Edilizia specialistica civile monumentale
 - T6 - Edilizia residenziale moderna
 - T7 - Edilizia specialistica moderna

- Epoca di costruzione
- dal 1700 al 1800
 - dal 1800 al 1900
 - dal 1900 al 1950
 - dal 1950 al 1982
 - posteriore al 1982

Numero di piani

- Stato di conservazione
- diruto
 - pessimo
 - cattivo
 - normale
 - buono

DATI STRUTTURALI

- Tipologia della struttura verticale
- muratura a tessitura irregolare
 - muratura a tessitura regolare
 - misto
 - c.a.

- Tipologia della strutture orizzontali
- volte
 - c.a.

- Tipologia della copertura
- piana
 - spingente leggera
 - non spingente leggera
 - non spingente pesante

- Detrattori strutturali (superfetazioni)
- > 2 piani aggiunti
 - 2 piani aggiunti
 - 1 piano aggiunto
 - Corpi emergenti dalla copertura

- Recipienti idrici a vista
- Corpi aggiunti in ampliamento
- Corpi aggiunti sulle facciate
- Altre superfetazioni

1.3.3 Area urbana dell'edilizia moderna

Si tratta dell'ambito esterno al centro storico, che comprende l'edilizia realizzata in gran parte dopo il 1950; si tratta quindi, nella maggior parte dei casi, di strutture in cemento armato ritenute meno vulnerabili rispetto a quelle in muratura. Tuttavia, come già stabilito negli studi di adeguamento delle scale EMS, anche per gli edifici moderni è necessario effettuare dovute differenziazioni.

Particolare attenzione, in termini di rischio, va posta sull'edilizia realizzata tra gli anni '50 e il 1982 (prima della normativa antisismica). Con la crescita economica degli anni cinquanta -sessanta, si sviluppa anche nel ragusano il boom edilizio; l'esplosione iniziata negli anni '50 ha avuto il suo apice tra il 1961 e il 1968 quando in provincia sono state costruite ogni anno più di mille abitazioni per più di 4.000 stanze; il 50% di tale attività edilizia risulta concentrata nel solo comune di Ragusa.

Questo periodo è stato anche quello in cui i controlli sono stati più scarsi e la pianificazione dello sviluppo urbanistico delle costruzioni è stata praticamente assente. La mancanza di una legislazione urbanistica efficiente ed anche il mancato rispetto delle norme in molti casi consentì di costruire praticamente ovunque anche senza tener conto delle prescrizioni edilizie ed antisismiche. Il risultato fu un'edilizia in generale scadente, dal punto di vista architettonico e strutturale, con una sostanziale carenza di spazi aperti, verde e servizi. Non va dimenticato inoltre il ruolo dell'edilizia economica e popolare dell' INA -Casa che ebbe, con tutti i suoi limiti, una funzione di traino al progredire del settore delle costruzioni e delle cooperative edili.

Negli edifici in cemento armato possono riscontrarsi problemi dovuti a:

- fondazioni superficiali o su terreni inconsistenti (i cedimenti fondali provocano lesioni sui muri ed evidenti dissesti nelle pavimentazione esterne);
- cemento armato realizzato con poco ferro (gravi rischi per la stabilità dell'edificio);
- armature con poco o nessun rivestimento protettivo (le barre di ferro non protette dal cemento si arrugginiscono, aumentano di volume e fanno esplodere il calcestruzzo);
- strutture in cemento armato eccessivamente esili (deformazioni permanenti nelle travi e nei solai, con rotture dei pavimenti e delle pareti esterne).

La valutazione della vulnerabilità è stata effettuata con lo stesso metodo utilizzato per il centro storico, attraverso l'individuazione di un Indice sintetico di vulnerabilità (**Iv2**) calcolato in funzione degli indicatori parziali. A differenza del centro storico tuttavia, la mancanza di informazioni di dettaglio non ha consentito, in questa fase, di effettuare uno studio approfondito riferito ai singoli edifici.. Per quest'area urbana si è proceduto infatti ad un'analisi per zone (corrispondenti alle sezioni censuarie), utilizzando dati reperiti principalmente dal Piano Regolatore Generale e confermati da una valutazione a vista. Tali dati fanno riferimento alla Tipologia edilizia ed all'Epoca di costruzione prevalenti, da cui sono stati individuate le tipologie di strutture verticali ed orizzontali ed il numero di piani, come valori di media per ciascuna zona. Non potendo invece individuare le altre caratteristiche edilizie (quali la presenza di superfetazioni, la tipologia delle coperture, ecc.) ed al fine di mantenere comunque un Indice di Vulnerabilità omogeneo e quindi comparabile a quello del centro storico, per gli indicatori mancanti è stato inserito un valore medio. Si procederà quindi ad estendere uno studio più approfondito per le singole unità edilizie, con la considerazione di ulteriori parametri, sulla base del criterio dell'epoca di costruzione e della vulnerabilità individuata, ovvero partendo dalle zone di più vecchia edificazione e più vulnerabili tralasciando alla fine i quartieri di recente realizzazione che le nuove norme urbanistiche ed antisismiche hanno reso meno vulnerabili.

Dallo studio sono stati esclusi gli edifici di culto presenti e gli edifici destinati ad attività produttive ed artigianali. Data la grande varietà delle tipologie strutturali, dei materiali utilizzati, dei carichi presenti, ecc., non è possibile individuarne la vulnerabilità, anche in via speditiva, attraverso il metodo utilizzato. Si rimanda quindi a studi successivi ed ad analisi più specifiche la definizione delle caratteristiche di vulnerabilità di tali edifici.

1.3.4 Edifici strategici e beni culturali

L'ordinanza P.C.M. n. 3274/2003 e s.m. e i. (recante *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*) prevede la valutazione dello stato di sicurezza nei confronti dell'azione sismica per le seguenti opere:

- A. edifici di interesse strategico ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile;
- B. edifici ed opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

L'art. 2, comma 3, della medesima ordinanza dispone l'obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, sia degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sia degli edifici ed opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Il comma 4 stabilisce inoltre che il Dipartimento della protezione civile provvede, entro sei mesi dalla data dell'ordinanza e per quanto di propria competenza, ad elaborare, sulla base delle risorse finanziarie disponibili, il programma temporale delle verifiche, ad individuare le tipologie degli edifici e delle opere che presentano le caratteristiche di cui al comma 3, ed a fornire ai soggetti competenti le necessarie indicazioni per le relative verifiche tecniche che dovranno stabilire il livello di adeguatezza di ciascuno di essi rispetto a quanto previsto dalle norme.

Il Dipartimento della Protezione Civile con Decreto della Presidenza del Consiglio del 21 ottobre 2003, in attuazione dell'art. 2, commi 2, 3 e 4 dell'OPCM 3274 ha definito, per quanto di competenza statale le tipologie dei suddetti edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali.

La regione Sicilia con Decreto Dirigenziale del Dipartimento Regionale della Protezione Civile del 15 gennaio 2004 ha definito in allegato gli elenchi (non esaustivi) previsti dall'articolo 2 comma 3 dell'ordinanza n. 3274/2003 delle categorie tipologiche di edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali di competenza regionale. Con Decreto D.G. 1372 del 28/12/2005 sono stati inoltre definiti gli indirizzi regionali per l'effettuazione delle verifiche tecniche di adeguatezza sismica di edifici ed infrastrutture strategiche ai fini di protezione civile o rilevanti in conseguenza di un eventuale collasso e relativo programma temporale attuativo. Per tali edifici strategici o rilevanti è previsto un primo livello di indagine (censimento di livello 0) da parte dei soggetti ed enti proprietari finalizzato ad acquisire informazioni su tutto il patrimonio edilizio ed infrastrutturale di interesse regionale, attivato dal Dipartimento Regionale di Protezione Civile mediante una campagna di indagini denominata "Censimento delle strutture strategiche e rilevanti di interesse regionale". A seguito del completamento del primo livello di indagine i soggetti ed enti individuati devono avviare, secondo la programmazione temporale di cui all'art. 4 del Decreto 1372 le verifiche tecniche successive (verifiche tecniche di primo e secondo livello) finalizzate alla determinazione dei livelli di adeguatezza sismica delle opere rispetto agli standards definiti dalle norme tecniche e dalla classificazione sismica vigente. Tali verifiche sono effettuate con l'utilizzo degli indicatori di rischio di collasso e di inagibilità previsti dall'Allegato n.1 all'Ordinanza P.C.M. n.3362 dell' 8 luglio 2004 e sono redatte secondo le schede di sintesi della verifica sismica di "Livello 1" o di "Livello 2" in allegato al Decreto 1372. Sulle risultanze delle verifiche, il Dipartimento Regionale di Protezione Civile si occuperà della definizione degli indirizzi di valutazione dei

livelli di rischio e di pianificazione economica degli eventuali interventi di adeguamento o miglioramento sismico che dovessero rendersi necessari.

Dopo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003, che individua la necessità di provvedere alla verifica sismica degli obiettivi strategici (e tra questi richiamava anche il patrimonio culturale), l'Amministrazione dei Beni Culturali e la Protezione Civile hanno messo a punto linee d'indirizzo per la salvaguardia del patrimonio culturale dal rischio sismico: *Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme Tecniche sulle costruzioni*.

Il *Codice dei beni culturali e del paesaggio* (Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42) stabilisce all'articolo 4 che le funzioni di tutela del patrimonio culturale sono attribuite allo Stato ed esercitate dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali; ciò era già riconosciuto dall'articolo 16 della Legge n. 64, del 2 febbraio 1974 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche). Per quanto attiene agli interventi sui beni tutelati, l'articolo 29 del Codice, al comma 4 precisa che, per i beni immobili situati nelle zone dichiarate soggette a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale, e al comma 5 dispone che il Ministero definisca, anche con il concorso delle regioni e con la collaborazione delle università e degli istituti di ricerca competenti, linee di indirizzo, norme tecniche, criteri e modelli di intervento in materia di conservazione dei beni culturali.

Risulta importante che si dia attuazione al piano di verifica sismica del patrimonio culturale dell'intero territorio nazionale, a partire dagli edifici di proprietà pubblica e, segnatamente, da quelli in consegna all'amministrazione dei beni culturali, utilizzando una parte adeguata dei fondi disponibili per gli interventi di restauro. La conoscenza della costruzione storica in muratura è un presupposto fondamentale sia ai fini di una attendibile valutazione della sicurezza sismica attuale sia per la scelta di un efficace intervento di miglioramento. Le problematiche sono quelle comuni a tutti gli edifici esistenti, anche se nel caso del patrimonio culturale tutelato, ancora più importante risulta conoscere le caratteristiche originarie della fabbrica, le modifiche intercorse nel tempo dovute ai fenomeni di danneggiamento derivanti dalle trasformazioni antropiche, all'invecchiamento dei materiali e agli eventi calamitosi; tuttavia, in relazione alla necessità di impedire perdite irrimediabili, l'esecuzione di una completa campagna di indagini può risultare troppo invasiva sulla fabbrica stessa.

Si ha pertanto la necessità di affinare tecniche di analisi ed interpretazione dei manufatti storici mediante fasi conoscitive dal diverso grado di attendibilità, anche in relazione al loro impatto. La conoscenza può infatti essere conseguita con diversi livelli di approfondimento, in funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, delle ricerche storiche, e delle indagini sperimentali. Tali

operazioni saranno funzione degli obiettivi preposti ed andranno ad interessare tutto o in parte l'edificio, a seconda della tipologia dell'intervento previsto. Lo studio delle caratteristiche della fabbrica è teso alla definizione di un modello interpretativo che consenta, nelle diverse fasi della sua calibrazione, sia un'interpretazione qualitativa del funzionamento strutturale, sia l'analisi strutturale per una valutazione quantitativa.

Il percorso della conoscenza può essere ricondotto alle seguenti attività:

- l'identificazione della costruzione, la sua localizzazione in relazione a particolari aree a rischio, ed il rapporto della stessa con il contesto urbano circostante; l'analisi consiste in un primo rilievo schematico del manufatto e nell'identificazione di eventuali elementi di pregio (apparati decorativi fissi, beni artistici mobili) che possono condizionare il livello di rischio;
- il rilievo geometrico della costruzione nello stato attuale, inteso come completa descrizione stereometrica della fabbrica, compresi gli eventuali fenomeni fessurativi e deformativi;
- l'individuazione della evoluzione della fabbrica, intesa come sequenza delle fasi di trasformazione edilizia, dall'ipotetica configurazione originaria all'attuale;
- l'individuazione degli elementi costituenti l'organismo resistente, nell'accezione materica e costruttiva, con una particolare attenzione rivolta alle tecniche di realizzazione, ai dettagli costruttivi ed alla connessioni tra gli elementi;
- l'identificazione dei materiali, del loro stato di degrado, delle loro proprietà meccaniche;
- la conoscenza del sottosuolo e delle strutture di fondazione, con riferimento anche alle variazioni avvenute nel tempo ed ai relativi dissesti.

Le informazioni acquisite dovranno essere organizzate e restituite secondo quanto previsto dal *Programma di monitoraggio dello stato di conservazione dei beni architettonici tutelati*, elaborato attraverso schede dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e finalizzato all'acquisizione di una conoscenza sistematica del patrimonio culturale italiano.

1.4 Rischio sismico

Al fine di pervenire ad una prima e speditiva definizione del rischio sismico, i dati relativi alla microzonazione sismica, alla vulnerabilità dell'edificato esistente ed agli esposti (in termini di

popolazione) sono stati messi in relazione. Anche in questo caso si sottolinea che si tratta di una valutazione che necessita di ulteriori approfondimenti ed eventuali rettifiche. Sono stati esclusi dalla valutazione del rischio le aree destinate ad attività produttive (industriali ed artigianali) e terziarie, in cui, a causa delle particolari e specifiche caratteristiche costruttive, non è possibile effettuare valutazioni sulla vulnerabilità presente con il metodo stabilito, seppure in maniera speditiva e generica. Per tali aree si rimanda ai successivi approfondimenti, da realizzare con indagini e metodi specifici, previsti dalla normativa vigente.

La definizione del rischio è stata effettuata sulla base delle sezioni censuarie, che rappresentano unità territoriali di riferimento; in questo modo è stato possibile associare un unico valore di vulnerabilità ad isolati ben definiti ed associare il dato relativo alla popolazione presente (esposti). Tale scelta è motivata anche dalla considerazione delle connessioni fisiche tra gli edifici all'interno di uno stesso isolato; la presenza infatti all'interno di uno stesso isolato di edifici con elevata vulnerabilità può determinare danni anche sulle strutture limitrofe, dovuti al crollo di tali strutture.

Per quanto riguarda la vulnerabilità, nell'area del centro storico è stato associato ciascun edificio alla relativa sezione censuaria ed è stata calcolata la media aritmetica dell'Indice di Vulnerabilità (Iv1) individuato; per l'area urbana esterna al centro storico l'Indice di Vulnerabilità (Iv2), già individuato come media dell'isolato, è stato associato alla sezione senza ulteriori elaborazioni.

Per quanto riguarda la pericolosità (microzonazione) a ciascuna sezione censuaria è stato associato un valore da 1 a 3 sulla base delle tre classi principali individuate.

Infine per quanto riguarda la popolazione è stato considerato il valore in termini assoluti già definito per le sezioni censuarie e riferito al Censimento ISTAT sulla Popolazione del 2011. Il valore si riferisce alla popolazione residente, tuttavia risulta molto difficile stimare con precisione le conseguenze di un terremoto in termini di vite umane, dato che il numero delle persone presenti in un edificio dipende dal suo utilizzo; ad esempio, negli uffici, la presenza è massima nelle ore centrali del giorno ed è pressoché nulla durante la notte. Il riferimento alla popolazione residente, comunque, può fornire una stima globale accettabile.

Ciascuno dei tre valori ottenuti (di vulnerabilità, pericolosità ed esposizione) è stato normalizzato, al fine di ottenere valori omogenei ed equiparabili (compresi tra 0 e 1), e quindi sommato, pervenendo ad un indicatore univoco di rischio per ciascuna sezione censuaria e per l'intera area urbana di Ragusa.

2. INTERVENTI DI PREVISIONE E PREVENZIONE

2.1 Approfondimento degli studi di vulnerabilità e microzonazione

L'approfondimento delle caratteristiche dello scenario di rischio e della risposta sismica locale, ovvero della microzonazione sismica e della vulnerabilità dell'edilizia esistente, rappresenta la principale attività di previsione.

Per la conservazione in condizioni di sicurezza del patrimonio edilizio nei riguardi dell'azione sismica è necessario disporre di strumenti di analisi in grado di permettere le analisi di vulnerabilità e la valutazione del rischio delle strutture, nonché la progettazione degli interventi di miglioramento sismico. Solo dopo una corretta valutazione e conoscenza della struttura potranno essere effettuate le scelte più opportune ed adeguate in merito agli interventi da effettuare. L'approfondimento dovrà quindi mirare a:

- identificazione della costruzione, la sua localizzazione anche in relazione ad altri rischi, ed il rapporto della stessa con il contesto urbano circostante;
- rilievo geometrico della costruzione nello stato attuale, inteso come completa descrizione stereometrica della fabbrica, compresi gli eventuali fenomeni fessurativi e deformativi;
- individuazione della evoluzione della fabbrica, intesa come sequenza delle fasi di trasformazione edilizia, dall'ipotetica configurazione originaria all'attuale;
- individuazione degli elementi costituenti l'organismo resistente, nell'accezione materica e costruttiva, con una particolare attenzione rivolta alle tecniche di realizzazione, ai dettagli costruttivi ed alla connessioni tra gli elementi;
- identificazione dei materiali, del loro stato di degrado, delle loro proprietà meccaniche;
- conoscenza del sottosuolo e delle strutture di fondazione, con riferimento anche alle variazioni avvenute nel tempo ed ai relativi dissesti.

In particolare dovranno essere effettuate operazioni in merito alle verifiche di vulnerabilità di:

- patrimonio edilizio dei nuclei abitati e quartieri: Marina di Ragusa, San Giacomo, Punta Braccetto (in collaborazione con gli uffici tecnici comunali)
- patrimonio edilizio del centro storico e dell'area dell'edilizia moderna della città di Ragusa (in collaborazione con gli uffici tecnici comunali)
- beni di interesse storico/architettonico (in collaborazione con Soprintendenza BBAACC)
- edifici ed infrastrutture strategiche (in collaborazione con enti proprietari: stato, regione, provincia)

- opere infrastrutturali a rischio (ponti, viadotti, ecc.) (in collaborazione con gli enti proprietari e/o gestori)
- impianti produttivi e a destinazione artigianale (in collaborazione con il Consorzio IRSAP e le aziende)

Per quanto riguarda gli approfondimenti sulla vulnerabilità del centro storico risulta di fondamentale importanza l'analisi delle strutture complesse (**aggregati strutturali**). Si tratta di tipologie molto diffuse nell'edilizia storica, derivanti da trasformazioni morfologiche ed evoluzioni funzionali. Il centro storico infatti, nella maggior parte dei casi, si presenta come il risultato di un'evoluzione urbanistica ed edilizia disordinata, la cui complessa configurazione non permette di individuare agevolmente la singola unità strutturale. Gli aggregati edilizi sono spesso costituiti da un'articolazione irregolare di parti che presentano sequenze costruttive diverse, componenti strutturali non allineate, diversi materiali, frutto di interventi ed accorpamenti vari. All'interno dell'aggregato, da un punto di vista strutturale, gli edifici interagiscono fortemente tra loro. In tali condizioni, ai fini della valutazione di vulnerabilità, è necessaria un'adeguata conoscenza preliminare degli aggregati per comprenderne il comportamento strutturale sotto azioni sismiche.

In merito agli approfondimenti sugli studi di microzonazione sismica, appare evidente che, per la redazione di uno studio di microzonazione sismica rispettose dei dettami delle Linee guida elaborate dal Gruppo di Lavoro "Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica", - Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, per microzonazione sismica si intende la *valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo*, è necessario uno studio approfondito che non può prescindere da una serie di passi progettuali che comprendono perlomeno:

Nel primo livello:

- Una raccolta dei dati geologici, geofisici, geotecnici, e geognostici esistenti nel territorio; in questo livello si procederà non solo alla programmazione di indagini di approfondimento sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi, ma si potrà provvedere ad una implementazione di nuovi dati tramite una apposita campagna geofisica (gravimetrica e/o tomografica), ed omogeneizzazione finale dei dati raccolti;
- La stesura di carte di dettaglio (geologiche, litotecniche, geomorfologiche, geologico-tecniche, etc.);

L'elaborato finale principale sarà costituito dalla cosiddetta “*Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*”.

Nel secondo livello:

- La valutazione tramite quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

L'elaborato finale principale sarà costituito dalla cosiddetta “*Carta di microzonazione sismica*”.

Nel terzo livello:

- Il terzo livello di approfondimento si applica nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nei casi di situazioni geologiche e geotecniche complesse, non risolvibili con l'uso degli abachi, o qualora l'estensione della zona in studio renda conveniente un'analisi globale di dettaglio o, infine, per opere di particolare importanza;
- nelle zone suscettibili di instabilità particolarmente gravose per complessità del fenomeno e/o diffusione areale, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive.

2.2 Interventi non strutturali

2.2.1 La pianificazione urbanistica

Gli strumenti urbanistici e di pianificazione esistenti (con particolare riferimento al Piano Regolatore Generale ed al Piano Particolareggiato Esecutivo del Centro Storico) dovranno essere modificati per il coordinamento al Piano Comunale di Protezione Civile, ed in particolare:

- prevedere disposizioni nelle Norme Tecniche d'Attuazione per la mitigazione del rischio sismico attraverso la riduzione della vulnerabilità del patrimonio edilizio ed infrastrutturale e della pericolosità, sulla base degli indirizzi stabilite dal presente Piano
- introdurre le aree di emergenza e le vie di fuga, definendo specifiche limitazioni e norme relative alla sicurezza di tali aree, anche da inserire come fattore condizionante per il rilascio delle concessioni/autorizzazione edilizie
- definire progetti specifici per la messa in sicurezza degli elementi critici sulla base degli indirizzi posti dal Piano di PC ed inserire nella propria programmazione gli interventi individuati.

In particolare, la riduzione della vulnerabilità degli edifici esistenti, specialmente dell'edificato storico e dei beni architettonici, rappresenta una strategia di lungo periodo, che richiede un grande impiego di risorse. Sicuramente la messa in sicurezza dell'edificato maggiormente vulnerabile rappresenta comunque un obiettivo prioritario ed urgente che l'amministrazione comunale deve trattare nelle proprie politiche e nei propri strumenti urbanistici.

La valutazione della sicurezza e una chiara comprensione della struttura devono essere alla base delle decisioni e delle scelte degli interventi. Le *Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme Tecniche sulle costruzioni* elaborate dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali nel 2007, citano:

L'obiettivo principale degli interventi resta sempre la conservazione non solo della materia ma anche del funzionamento strutturale accertato, qualora questo non presenti carenze tali da poter comportare la perdita del bene. In questo senso dovranno essere valutati anche gli aspetti legati agli interventi per l'esecuzione di opere impiantistiche, per ciò che attiene l'impostazione progettuale, privilegiando l'adozione di soluzioni che limitino o escludano l'inserimento di impianti negli elementi strutturali.

Gli interventi devono essere in genere rivolti a singole parti del manufatto, contenendone il più possibile l'estensione ed il numero, e comunque evitando di alterare in modo significativo l'originale distribuzione delle rigidità negli elementi. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va comunque valutata e giustificata nel quadro di una indispensabile visione d'insieme, portando in conto gli effetti della variazione di rigidità e resistenza degli elementi. In particolare, l'intervento dovrà essere proporzionato agli obiettivi di sicurezza e durabilità, contenendo gli interventi in modo tale da produrre il minimo impatto sul manufatto storico. È opportuno ricordare che, anche nei riguardi della prevenzione dai danni sismici, la semplice manutenzione può spesso evitare interventi fortemente trasformativi.

La scelta delle tecniche d'intervento dovrà essere valutata caso per caso, dando la preferenza a quelle meno invasive e maggiormente compatibili con i criteri della conservazione, tenendo conto dei requisiti di sicurezza e durabilità. Dovranno essere privilegiati gli interventi in grado di trasformare in modo non permanente l'edificio ed i nuovi materiali, risultanti dall'innovazione tecnologica, dovranno essere valutati alla luce dei criteri di compatibilità e durabilità nel tempo, in relazione alla materia storica. Gli interventi dovranno, per quanto possibile, rispettare la concezione e le tecniche originarie della struttura, nonché le trasformazioni significative avvenute nel corso della storia del manufatto. Da questo punto di vista gli elementi strutturali danneggiati, quando possibile, devono essere riparati piuttosto che sostituiti e le deformazioni ed alterazioni, costituendo una testimonianza del passato, dovrebbero essere mantenute, eventualmente adottando misure atte a limitarne gli effetti negativi sulle condizioni di

sicurezza. Il progetto degli interventi dovrà garantire la conservazione dell'architettura in tutte le sue declinazioni, in particolare valutando l'eventuale interferenza con gli apparati decorativi. In particolare devono, in via generale, essere evitate tutte le opere di demolizione-sostituzione e di demolizione-ricostruzione, operando con interventi che si integrino con la struttura esistente senza trasformarla radicalmente.

Tuttavia, nel centro storico di Ragusa, al fine di determinare le strategie di intervento, è necessario effettuare una serie di considerazioni:

- il patrimonio edilizio storico esistente presenta complessivamente un'elevata vulnerabilità associata a condizioni geomorfologiche sfavorevoli;
- le caratteristiche storico-architettoniche dell'edificato non sono sempre di qualità; si riscontra inoltre la presenza di un discreto numero di strutture dirute, che rappresentano sicuramente gli elementi di maggiore vulnerabilità, rappresentando un pericolo imminente anche in assenza di eventi sismici di rilievo;
- il centro storico versa in condizioni generali di abbandono, con il conseguente avanzare del degrado strutturale, a causa degli eccessivi costi e dei lunghi tempi necessari per l'ammodernamento di abitazioni spesso deteriorate ed insalubri; data la complessità normativa e burocratica il cittadino è spesso portato ad abbandonare il centro storico o ad eseguire lavori in assenza di autorizzazioni, determinando anche danneggiamenti strutturali;
- l'amministrazione ed i privati non possono farsi carico degli ingenti oneri del consolidamento del centro storico; in assenza di interventi il patrimonio storico-architettonico rischia di essere inevitabilmente ed irreversibilmente compromesso, anche in assenza di eventi sismici di particolare intensità;
- gli interventi di miglioramento sismico non sono risolutivi ai fini della sicurezza strutturale; per le opere di adeguamento sismico inoltre sono previsti maggiori contributi statali.

Sulla base di tali considerazioni ed al fine di innescare forme di tutela attiva del centro storico, sarebbe opportuno dare la possibilità ai privati di effettuare interventi, che consentano di mettere in sicurezza l'edificato senza tuttavia alterarne i caratteri architettonici tipici ed il paesaggio urbano. In tal senso sarebbe auspicabile consentire, con dovute limitazioni ed accorgimenti, interventi di adeguamento sismico, in maniera da incentivare il privato a rendere l'immobile fruibile, secondo i moderni standard abitativi, e sicuro dal punto di vista strutturale. Interventi di questo tipo sono quelli di ridefinizione delle strutture interne ed il mantenimento dei prospetti; si potrebbero infatti consentire, nell'edificato maggiormente a rischio, forme di ristrutturazione edilizia attraverso l'eliminazione e ricostruzione della

struttura interna (secondo le tecniche costruttive antisismiche) ed il consolidamento dei paramenti murari esterni, ammorstando la preesistente struttura esterna ai nuovi elementi interni. Ciò al fine garantire in tempi brevi e con costi sostenibili la riduzione del rischio sismico presente.

Le linee guida sopra citate forniscono inoltre, al fine di documentare il processo di valutazione della sicurezza sismica, indicazioni alcune specifiche di progetto:

- A livello di progetto preliminare, deve essere effettuata una valutazione preliminare della sicurezza sismica della costruzione nel suo stato attuale, che può essere conseguita con gli strumenti di valutazione del livello LV1. La relazione illustrativa relativamente alla costruzione nello stato attuale, oltre a quanto già prescritto dalle vigenti disposizioni, deve perciò descrivere la sua storia sismica ed il comportamento sismico accertato su base qualitativa, mentre la relazione tecnica deve riportare la valutazione della sicurezza sismica attraverso i modelli semplificati di livello LV1. Al fine di strutturare ed uniformare il processo di acquisizione della conoscenza del manufatto, è possibile fare riferimento ai moduli illustrati nell'Allegato A.
- Nella successiva fase di progettazione definitiva devono essere valutate sia la sicurezza attuale che quella conseguita a seguito dell'intervento, attraverso il livello di valutazione LV2 o LV3, a seconda che l'intervento sia locale o di riparazione, o interessi il miglioramento sismico dell'intera costruzione. La relazione tecnica specialistica, oltre a quanto già prescritto dalle vigenti disposizioni, deve: definire l'azione sismica di riferimento adottata per il sito; illustrare i risultati delle analisi diagnostiche svolte sul manufatto, al fine della lettura materico costruttiva, della caratterizzazione dei materiali, dell'interpretazione dei dissesti e dell'individuazione dei possibili meccanismi di danno sismico; illustrare il modello meccanico della struttura adottato per l'analisi sismica, motivando la scelta del tipo di analisi svolta, ed inquadrarlo secondo i previsti livelli di valutazione LV2 o LV3; fornire il giudizio finale sulla efficacia dell'intervento, non solo attraverso considerazioni qualitative ma anche sulla base di un confronto tra la capacità della struttura, che risulta dai modelli di calcolo, e la domanda derivante dall'azione sismica di riferimento.
- Il progetto esecutivo deve precisare le modalità esecutive delle operazioni tecniche da eseguire ed indicare i controlli da effettuare in cantiere, con riferimento alla corretta esecuzione ed all'efficacia degli interventi eseguiti, e nella fase post intervento, nell'ambito di programmi di manutenzione e controllo.

2.2.2 L'informazione preventiva alla popolazione

L'informazione preventiva alla popolazione verrà effettuata come descritto nella Relazione Generale del presente Piano. Si ribadisce il ruolo fondamentale dei Referenti delle aree di attesa. ciascun referente si occuperà di fornire le indicazioni di interesse alla popolazione del settore urbano sotteso all'area di competenza. Attraverso incontri e riunioni di quartiere, il referente dovrà fornire le informazioni relative alla localizzazione e raggiungimento dell'area relativa e sulle azioni da seguire in caso di calamità in base alle procedure d'intervento previste.

Nello specifico dell'informazione sul rischio sismico, l'Ufficio Comunale di Protezione Civile ha avviato un importante progetto di informazione, descritto nel paragrafo successivo.

Il progetto "Sicuramente Informati"

Nel febbraio del 2012 l'assessorato alla Pubblica Istruzione e l'assessorato alla Protezione Civile, attraverso l'ufficio di Protezione Civile comunale, hanno dato vita al progetto *Sicuramente Informati*, una iniziativa che ha coinvolto, tramite le scuole, i bambini dai 5 anni ai 12 anni. Nelle scuole, infatti, è stato individuato il principale vettore di comunicazione per trasferire ai bambini, e quindi alle famiglie, le informazioni di base sui rischi presenti nel nostro territorio dando gli strumenti per iniziare un percorso che ha come obiettivi la cultura della sicurezza e il trasferimento di quei valori che sono propri della protezione civile come solidarietà, rispetto, cittadinanza attiva e senso civico. Rendere consapevoli i cittadini delle peculiarità del territorio in cui vivono permette loro di proteggersi ed avere maggiori garanzie sulla propria sicurezza e sulla sicurezza della propria famiglia. Nel progetto è stata data priorità all'informazione sui comportamenti da mettere in atto in caso di eventi calamitosi. Ogni cittadino deve essere parte attiva del sistema di protezione civile e, se bene informato, è in grado di tutelare se stesso e gli altri. La conoscenza sui rischi e sui conseguenti comportamenti da mettere in atto porterà a comprendere un evento calamitoso come un fenomeno che contraddistingue il nostro territorio e non come una situazione da temere.

Nell'ambito del progetto sono stati effettuati circa 60 incontri con le classi dei vari istituti raggiungendo un numero pari a circa 4.000 bambini. Gli incontri sono stati strutturati in modo da presentare gli argomenti con giochi, scherzi e domande, interagendo con i bambini e coinvolgendoli direttamente, quasi a diventare una sorta di rappresentazione teatrale.

Il progetto è stato riproposto anche per l'anno 2013 e se ne prevede l'attuazione con cadenza annuale.

Parte del progetto è stata caratterizzata dalla redazione di un libretto, un vero e proprio **Piano di Emergenza Familiare** che è stato distribuito ad ogni bambino. Il piano è stato compilato da ciascuna famiglia e contiene:

- indicazioni sui numeri utili e informazioni
- i percorsi (da segnare e descrivere) da casa all'area di attesa più vicina
- i luoghi più sicuri della casa in cui ripararsi (architravi, stipiti delle porte, ecc.)
- la posizione delle utenze domestiche (contatore della luce e delle valvole di chiusura dell'acqua e del gas)
- indicazioni sulla predisposizione di una borsa di emergenza (safety bag) da utilizzare in caso di abbandono della casa
- i comportamenti da assumere prima, durante e dopo l'evento

2.3 Interventi strutturali

Con DM 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30 sono state approvate le NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. Ai sensi del citato decreto si individuano le seguenti categorie di intervento per le costruzioni esistenti:

- **interventi di adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle citate norme;
- **interventi di miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle citate norme;
- **riparazioni o interventi locali** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.

Le riparazioni o interventi locali riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.

2.3.1 Risorse finanziarie disponibili

L'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009 n. 39 (convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77) prevede dei contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico. Ai sensi del citato decreto *il Dipartimento della protezione civile e' autorizzato ad avviare e realizzare in termini di somma urgenza un piano di verifiche speditive finalizzate alla realizzazione di interventi volti alla riduzione del rischio sismico di immobili, strutture e infrastrutture prioritariamente nelle aree dell'Appennino centrale contigue a quelle interessate dagli eventi sismici di cui al presente decreto. La realizzazione delle predette verifiche ha luogo in collaborazione con gli enti locali interessati e può essere realizzata anche attraverso tecnici dei medesimi enti e di ogni altra amministrazione od ente pubblico operante nei territori interessati. A tale fine e' autorizzata la spesa di 1,5 milioni di euro annui a decorrere dal 2009.* Le amministrazioni interessate destinano alla realizzazione dei predetti interventi le risorse necessarie anche attraverso le opportune variazioni di bilancio. Per la realizzazione degli interventi che si rendono necessari a seguito delle verifiche effettuate e' concesso, ai soggetti privati indicati al comma 1, un credito d'imposta annuale (fino al 2016).

2.3.2 Miglioramento sismico e tecniche di intervento sul patrimonio edilizio esistente

In merito alla valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche delle costruzioni esistenti, il DM 14 gennaio 2008 (*Nuove norme tecniche per le costruzioni*) stabilisce che per tutte le tipologie di costruzioni esistenti gli interventi di consolidamento vanno applicati, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata, considerando la variazione nella distribuzione delle rigidezze e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura. Particolare attenzione deve essere posta alla fase esecutiva degli interventi, in quanto una cattiva esecuzione può peggiorare il comportamento globale delle costruzioni.

La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione.

In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- riparazione di eventuali danni presenti
- riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;
- miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi,
- riduzione delle condizioni che determinano situazioni di forte irregolarità degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidità, anche legate alla presenza di elementi non strutturali;
- riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso,
- riduzione dell'impegno degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia,
- riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti,
- miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali,
- incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali
- realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli urti.
- miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario,

Per le strutture in muratura, inoltre, dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- miglioramento dei collegamenti tra solai e pareti o tra copertura e pareti e fra pareti confluenti in martelli murari ed angolate.
- riduzione ed eliminazione delle spinte non contrastate di coperture, archi e volte;
- rafforzamento delle pareti intorno alle aperture,

Per le strutture in c.a. ed in acciaio si prenderanno in considerazione, valutandone l'eventuale necessità e l'efficacia, anche le tipologie di intervento di seguito esposte o loro combinazioni:

- rinforzo di tutti o parte degli elementi;
- aggiunta di nuovi elementi resistenti, quali pareti in c.a., controventi in acciaio, etc.;
- eliminazione di eventuali comportamenti a piano "debole";

- introduzione di un sistema strutturale aggiuntivo in grado di resistere per intero all'azione sismica di progetto;
- eventuale trasformazione di elementi non strutturali in elementi strutturali, come nel caso di incamiciatura in c.a. di pareti in laterizio;

Nel seguito sono fornite indicazioni generali per la scelta degli interventi di miglioramento sismico degli edifici in muratura, tratte dalle *Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme Tecniche sulle costruzioni* elaborate dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali nel 2007.

Gli interventi possibili per ciascuna patologia o forma di vulnerabilità sono generalmente più d'uno, con caratteristiche diverse in termini di efficacia, invasività, reversibilità, compatibilità, durabilità e costi. La scelta della soluzione è compito primario del progetto e deve essere predisposta dopo attento esame della specifica situazione e verifica dell'efficacia della soluzione proposta.

La strategia di intervento può appartenere a una delle seguenti categorie generali o a particolari combinazioni di esse:

- rinforzo di parte o di tutti gli elementi resistenti, al fine di aumentarne selettivamente la resistenza, la rigidità, la duttilità o una combinazione di esse (ponendo sempre estrema attenzione alle modifiche indotte allo schema strutturale);
- inserimento di nuovi elementi, compatibili con quelli esistenti, al fine di eliminare la vulnerabilità locale di alcune parti della costruzione e migliorare il funzionamento complessivo in termini di resistenza o duttilità;
- introduzione di una protezione passiva mediante strutture di controvento dissipative e/o isolamento alla base (considerando accuratamente tutte le possibili ricadute sulla conservazione, ed in particolare la presenza di substrati archeologici);
- riduzione delle masse (con le dovute precauzioni);
- limitazione o cambiamento della destinazione d'uso dell'edificio (in questo caso sarà obbligatoria una verifica di compatibilità alle trasformazioni urbanistiche previste nei piani attuativi e nei cambi di destinazione d'uso degli edifici).

Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

Tali interventi sono mirati ad assicurare alla costruzione un soddisfacente comportamento d'assieme, mediante la realizzazione di un buon ammassamento tra le pareti e di efficaci collegamenti dei solai alle pareti; inoltre, deve essere verificato che le eventuali spinte prodotte da strutture voltate siano efficacemente contrastate e deve essere corretto il malfunzionamento di tetti spingenti. La realizzazione di questi interventi è un prerequisito essenziale per l'applicazione dei metodi di analisi sismica globale dell'edificio, che si basano sul comportamento delle pareti murarie nel proprio piano, presupponendone la stabilità nei riguardi di azioni sismiche fuori dal piano.

L'inserimento di **tiranti**, metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, a livello dei solai ed in corrispondenza delle pareti portanti, ancorati alle murature mediante capochiave (a paletto o a piastra), può favorire il comportamento d'assieme del fabbricato, in quanto conferisce un elevato grado di connessione tra le murature ortogonali e fornisce un efficace vincolo contro il ribaltamento fuori piano dei pannelli murari, quando ciò non appaia garantito dai solai o da altre strutture. Inoltre, l'inserimento di tiranti migliora il comportamento nel piano di pareti forate, in quanto consente la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce murarie sopra porta e sotto finestra. Per il **capochiave** possono essere utilizzati paletti semplici (bolzoni) o piastre; ad eccezione dei casi di murature particolarmente scadenti, realizzate con elementi di piccole dimensioni, è preferibile l'uso di bolzoni, in quanto essi vanno ad interessare una porzione di muratura maggiore rispetto alle piastre. In ogni caso il dimensionamento del capochiave deve tener conto delle caratteristiche dell'elemento murario (colonna, pilastro) collegato. Spesso risulta necessario un consolidamento locale della muratura, nella zona di ancoraggio. È sconsigliabile incassare il capochiave nello spessore della parete, specie nel caso di muratura a più paramenti scollegati. È da valutare con attenzione il ricorso agli ancoraggi per aderenza (mediante iniezioni di resine o malte a base cementizia nella muratura), sia per le possibili incompatibilità tra i materiali che per la difficoltà di controllare l'efficacia dell'ancoraggio. I tiranti dovranno in via generale essere disposti in posizione affiancata alle murature principali, a livello degli orizzontamenti. Nei casi in cui sia indispensabile forare la parete in direzione longitudinale (casi che si cercherà il più possibile di evitare), si dovrà di regola dare la preferenza a catene inserite in guaina e non iniettate, per rendere reversibile l'intervento, consentire l'eventuale ripresa di tesatura, evitare l'insorgenza di sollecitazioni indesiderate. Per quanto riguarda la tesatura dei tiranti, si dovranno adottare tensioni limitate, tali da produrre nelle murature tensioni di compressione nettamente inferiori ai valori ritenuti ammissibili.

Cerchiature esterne con elementi metallici o materiali compositi, possono garantire un efficace collegamento tra murature ortogonali nel caso di edifici di dimensioni ridotte, dove i tratti rettilinei della cerchiatura non sono troppo estesi, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari. È necessario evitare l'insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature, ad esempio con opportuni elementi di ripartizione; nel caso si usino fasce in materiale composito, si dovrà procedere allo smusso degli spigoli. Ammorsamenti, tra parti adiacenti o tra murature che si intersecano, si possono realizzare con la tecnica **scuci e cucì** (con elementi lapidei o in laterizio), qualora i collegamenti tra gli elementi murari siano deteriorati (per la presenza di lesioni) o particolarmente scadenti. Si tratta comunque di un intervento per sua natura demolitivo e sostitutivo della materia antica, da valutare quindi con cautela, caso per caso.

L'uso di **perforazioni armate** deve essere limitato ai casi in cui non siano percorribili altre soluzioni, per la notevole invasività di tali elementi e la dubbia efficacia, specie in presenza di muratura a più paramenti scollegati; in ogni caso dovrà essere garantita la durabilità degli elementi inseriti (acciaio inox, materiali compositi o altro) e la compatibilità delle malte iniettate. Si precisa che questi interventi di collegamento locale sono efficaci per il comportamento d'assieme della costruzione solo in presenza di murature di buone caratteristiche, mentre per le murature scadenti è preferibile l'inserimento di tiranti, che garantiscono un collegamento complessivo.

Cordoli in sommità alla muratura possono costituire una soluzione efficace per collegare le pareti, in una zona dove la muratura è meno coesa a causa del limitato livello di compressione, e per migliorare l'interazione con la copertura. Questi possono essere realizzati nei seguenti modi:

- in muratura armata, consentendo di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti. Essi, infatti, devono essere realizzati con una muratura a tutto spessore e di buone caratteristiche; in genere la soluzione più naturale è l'uso di una muratura in mattoni pieni. All'interno deve essere alloggiata un'armatura metallica o in materiale composito, resa aderente alla muratura del cordolo tramite conglomerato. Il collegamento tra il cordolo e la muratura sottostante può essere in genere garantito dall'aderenza, l'ingranamento e l'attrito (in alcuni casi può essere opportuno eseguire un consolidamento della muratura sommitale della parete, ad esempio tramite iniezioni di malta). L'uso di perfori armati disposti con andamento inclinato deve essere, per quanto possibile, evitato.
- in acciaio, rappresentando una valida alternativa per la loro leggerezza e la limitata invasività. Essi possono essere eseguiti in due diversi modi: a) attraverso una struttura reticolare, in elementi angolari e piatti metallici, posta in sommità e collegata tramite perfori armati¹⁴; b) tramite piatti o

profili sui due paramenti, posti poco al di sotto della sommità della muratura e collegati tra loro con barre passanti. In presenza di muratura di scarsa qualità, l'intervento deve essere accompagnato da un'opera di bonifica della fascia di muratura interessata. Il collegamento del cordolo alla muratura, opportunamente consolidata se necessario, viene eseguito tramite perfori armati. I cordoli metallici si prestano particolarmente bene al collegamento degli elementi lignei della copertura e contribuiscono all'eliminazione delle eventuali spinte.

- in calcestruzzo armato (c.a.), solo se di altezza limitata, per evitare eccessivi appesantimenti ed irrigidimenti, che si sono dimostrati dannosi in quanto producono elevate sollecitazioni tangenziali tra cordolo e muratura, con conseguenti scorrimenti e disgregazione di quest'ultima. In particolare, tali effetti si sono manifestati nei casi in cui anche la struttura di copertura era stata irrigidita ed appesantita. È in genere opportuno un consolidamento della muratura sommitale, per limitare la diversa rigidità dei due elementi. Il collegamento tramite perfori armati può essere adottato, se ritenuto necessario, dopo aver verificato che questi possono essere ancorati efficacemente nella muratura, eventualmente consolidata.

L'efficace **connessione dei solai di piano e delle coperture** alle murature è necessaria per evitare lo sfilamento delle travi, con conseguente crollo del solaio, e può permettere ai solai di svolgere un'azione di distribuzione delle forze orizzontali e di contenimento delle pareti. Nel caso di solai intermedi, le teste di travi lignee possono essere ancorate alla muratura tramite elementi, metallici o in altro materiale resistente a trazione, ancorati sul paramento opposto.

L'inserimento di **cordoli in c.a.** nello spessore della muratura ai livelli intermedi produce conseguenze negative sul funzionamento strutturale della parete, oltre che essere un intervento non compatibile con i criteri della conservazione. Eventualmente, nel caso di pareti molto deformabili flessionalmente per l'elevata distanza tra i muri di spina ortogonali, possono risultare utili i **cordoli in acciaio**, realizzati con piatti o profili sui due paramenti, collegati tra loro tramite barre passanti. Essi forniscono una certa rigidità flessionale fuori dal piano della parete e ostacolano lo sviluppo di meccanismi di rottura delle fasce sopra porta e sotto finestra. Nel caso di pareti perimetrali, può essere valutata la possibilità di eseguire il cordolo con un solo profilo all'interno, ancorato al paramento murario esterno attraverso ancoraggi passivi diffusi.

Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte ed al loro consolidamento

Gli interventi sulle strutture ad arco o a volta possono essere realizzati con il ricorso alla tradizionale tecnica delle **catene**, che compensino le spinte indotte sulle murature di appoggio e ne impediscano l'allontanamento reciproco. Le catene andranno poste di norma alle reni di archi e volte. Qualora non sia

possibile questa disposizione, si potranno collocare le catene a livelli diversi (ad esempio estradosali) purché ne sia dimostrata l'efficacia nel contenimento della spinta e siano verificate le sollecitazioni taglienti e flessionali che si producono nella parete. Le catene devono essere poste in opera con un'adeguata presollecitazione, in modo da assorbire parte dell'azione spingente valutata tramite il calcolo (valori eccessivi del tiro potrebbero indurre danneggiamenti localizzati).

Per assorbire le spinte di volte ed archi deve essere anche considerata la possibilità di realizzare **contrafforti o ringrossi murari**. Questi presentano, peraltro, un certo impatto visivo sulla costruzione e la loro efficacia è subordinata alla creazione di un buon ammorsamento con la parete esistente, da eseguirsi tramite connessioni discrete con elementi lapidei o in laterizio, ed alla possibilità di realizzare una fondazione adeguata.

La realizzazione all'estradosso di **controvolte in calcestruzzo**, armate o no, è da evitarsi, per la riduzione dello stato di compressione nella volta in muratura e l'aumento delle masse sismiche, oltre che per l'impoverimento che induce, in termini di valori culturali e testimoniali, nel manufatto storico.

È possibile il ricorso, sull'estradosso, a tecniche di **placcaggio con fasce di materiale composito**, perché più leggere e comunque amovibili. Tuttavia vanno considerate le seguenti problematiche: diversa traspirabilità tra le zone placcate e non (specie in presenza di affreschi all'intradosso); durabilità (l'esperienza di comportamento nel tempo, sia delle fibre sia delle resine di incollaggio, è ancora limitata); non completa reversibilità (la parte superficiale della muratura resta comunque impregnata dalla resina). La posizione delle fasce in fibra, specie in presenza di volte complesse, deve essere definita a seguito di una accurata valutazione strutturale, che ne dimostri l'efficacia.

Il placcaggio all'intradosso con materiali compositi è efficace se associato alla realizzazione di un **sottarco**, in muratura o altro materiale (ad esempio legno lamellare), in grado di evitare le spinte a vuoto; queste possono essere equilibrate anche attraverso ancoraggi puntuali, diffusi lungo l'intradosso (questa soluzione è tuttavia maggiormente invasiva). Per eliminare le spinte è anche possibile intervenire riducendo i carichi all'estradosso (riempimenti alleggeriti, frenelli, ecc), ponendo attenzione al fatto che ciò altera l'originale curva delle pressioni ed un minor carico permanente rende la volta maggiormente sensibile ai carichi accidentali. Ovviamente, in presenza di lesioni deve essere prevista una riparazione, mirata a ricostituire il contatto tra i conci, tramite semplice iniezione di malta; in casi particolari potranno essere utilizzati cunei (biette) o si dovrà procedere a sostruzione muraria nelle zone soggette a schiacciamento. Particolari attenzioni dovranno essere poste nei casi in cui siano evidenti significative perdite di forma dell'arco o della volta; il loro recupero è spesso problematico, per cui si potrà ricorrere a sottarchi o altre strutture integrative.

Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai ed al loro consolidamento

I solai devono essere efficacemente collegati alle pareti murarie, attraverso un appoggio sufficientemente ampio e, talvolta, elementi di connessione che ne impediscano lo sfilamento. Il ruolo dei solai nel comportamento sismico delle costruzioni in muratura è quello di trasferire le azioni orizzontali di loro competenza alle pareti disposte nella direzione parallela al sisma; inoltre essi possono costituire un ulteriore vincolo per le pareti sollecitate da azioni ortogonali al proprio piano, oltre all'ammorsamento con le pareti ortogonali ed ai sistemi di collegamento puntuale. Per le suddette ragioni risulta utile un limitato irrigidimento dei solai, di cui vanno valutati gli effetti, a cui si associa inevitabilmente un aumento della resistenza degli elementi. Solo in casi particolari risulta invece necessario un irrigidimento significativo dei solai nel proprio piano, con l'obiettivo di ripartire l'azione sismica tra le diverse pareti; nella maggior parte dei casi questa ripartizione porta a concentrare le forze sugli elementi più rigidi, anticipandone la rottura, e sugli elementi perimetrali, nel caso d'irregolarità planimetriche con accentuazione degli effetti torsionali. Compatibilmente con il rispetto delle precedenti finalità, è opportuno che i solai con struttura in legno siano il più possibile conservati, anche in considerazione del loro ridotto peso proprio.

Un limitato **irrigidimento dei solai**, nel caso dei solai lignei, può essere conseguito operando all'estradosso sul tavolato. Una possibilità è fissare un secondo tavolato su quello esistente, disposto con andamento ortogonale o inclinato, ponendo particolare attenzione ai collegamenti con i muri laterali; in alternativa, o in aggiunta, si possono usare rinforzi con bandelle metalliche, o di materiali compositi, fissate al tavolato con andamento incrociato. Un analogo beneficio può essere conseguito attraverso un controventamento realizzato con tiranti metallici. Nel caso di solai a semplice orditura, dovrà essere curato il collegamento con le pareti parallele alle travi, realizzandolo, ad esempio, con bandelle fissate al tavolato ed ancorate nella muratura. Nei casi in cui risulti necessario un consolidamento statico del solaio per le azioni flessionali, è possibile, con le tecniche legnolegno, limitare la deformabilità flessionale ed aumentare la resistenza con un secondo tavolato, utilizzando, ortogonalmente rispetto al tavolato esistente, dei nuovi tavoloni continui, resi collaboranti alle travi mediante perni anche di legno.

Anche mediante la tecnica di rinforzo con **soletta collaborante in calcestruzzo**, eventualmente alleggerito, si può realizzare un irrigidimento nel piano del solaio e flessionale; gli effetti di tale intervento vanno valutati in relazione alle specifiche esigenze di conservazione. Nel caso in cui gli elementi lignei non siano adeguatamente collegati alle murature, può risultare necessario collegare la soletta alle pareti, tramite elementi puntuali analoghi a quelli già indicati. Nel caso di solai a travi in legno e piastrelle di cotto, se viene dimostrata l'insufficiente resistenza nel piano, possono essere adottati

interventi di irrigidimento all'estradosso con sottili caldane armate in calcestruzzo alleggerito, opportunamente collegate alle murature perimetrali ed alle travi in legno.

Nel caso di **solai a struttura metallica** con interposti elementi in laterizio (putrelle e voltine o tavelloni), può essere necessario collegare tra loro i profili saldando bandelle metalliche trasversali, poste all'intradosso o all'estradosso. Inoltre, in presenza di solai di luce significativa, per meglio vincolare la parete muraria, è opportuno collegarla in mezzera ai profili di bordo.

Interventi in copertura

È in linea generale opportuno il mantenimento dei tetti in legno, in quanto capaci di limitare le masse nella parte più alta dell'edificio e di garantire un'elasticità simile a quella della compagine muraria sottostante. In generale, vanno il più possibile sviluppati i collegamenti e le connessioni reciproche tra la parte terminale della muratura e le orditure e gli impalcati del tetto, ricercando le configurazioni e le tecniche compatibili con le diverse culture costruttive locali. Oltre al collegamento con capochiave metallico, che impedisce la traslazione, si possono realizzare cordolitrante in legno o in metallo opportunamente connessi sia alle murature sia alle orditure in legno del tetto (cuffie metalliche), a formare al tempo stesso un elemento di connessione sul bordo superiore delle murature ed un elemento di ripartizione dei carichi concentrati delle orditure del tetto. Vanno in generale evitati i cordoli in cemento armato di elevato spessore, per la diversa rigidità che essi introducono nel sistema e per l'impatto che producono. Essi possono essere utilizzati solo quando non alterino la situazione statica della muratura e ne sia dimostrata chiaramente l'efficacia. Ove i tetti presentino orditure spingenti, come nel caso di puntoni inclinati privi di semicatene in piano, la spinta deve essere compensata. Nel caso delle capriate, deve essere presente un buon collegamento nei nodi, necessario ad evitare scorrimenti e distacchi in presenza di azioni orizzontali. Questo può essere migliorato con piastre e barre metalliche o con altri materiali (ad esempio fibrorinforzati). Possono essere introdotte forme di parziale irrigidimento delle falde, ad esempio per mezzo di tavolati sovrapposti e incrociati a quelli esistenti, con opportuni collegamenti ai bordi della muratura, o tramite controventi posti all'intradosso, realizzati con semplici catene metalliche.

Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

Questi interventi sono mirati sia al risanamento ed alla riparazione di murature deteriorate e danneggiate, sia al miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura; la soluzione tecnica da applicare andrà valutata anche in base alla tipologia e alla qualità della muratura. Gli interventi dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisicochimiche e meccaniche analoghe e, comunque, il più

possibile compatibili con quelle dei materiali in opera. L'intervento deve mirare a far recuperare alla parete una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidità, anche realizzando gli opportuni ammorsamenti, qualora mancanti. L'inserimento di materiali diversi dalla muratura, ed in particolare di elementi in conglomerato cementizio, va operato con cautela e solo ove il rapporto tra efficacia ottenuta e impatto provocato sia minore di altri interventi, come nel caso di architravi danneggiati e particolarmente sollecitati. A seconda dei casi si procederà:

- a riparazioni localizzate di parti lesionate o degradate;
- a ricostituire la compagine muraria in corrispondenza di manomissioni quali cavità, vani di varia natura (scarichi e canne fumarie, ecc.);
- a migliorare le caratteristiche di murature particolarmente scadenti per tipo di apparecchiatura e/o di composto legante.

L'**intervento di scuci e cuci** è finalizzato al ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione ed al risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate. Si consiglia di utilizzare materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidità e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata. Tale intervento può essere utilizzato anche per la chiusura di nicchie, canne fumarie e per la riduzione dei vuoti, in particolare nel caso in cui la nicchia/apertura/cavità sia posizionata a ridosso di angolate o martelli murari. L'adozione di iniezioni di miscele leganti mira al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. A tale tecnica non può essere affidato il compito di realizzare efficaci ammorsature tra le pareti murarie. Tale intervento risulta inefficace se impiegato su tipologie murarie che per loro natura siano scarsamente iniettabili (scarsa presenza di vuoti e/o vuoti non collegati tra loro). Particolare attenzione va posta nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare l'insorgere di dilatazioni trasversali. Particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta della miscela da iniettare, curandone la compatibilità chimicofisico-meccanica con la tipologia muraria oggetto dell'intervento. Malte a base cementizia possono produrre danni alle murature e in particolare alle superfici, per la produzione di sali; l'affioramento di sali solubili dalla malta provoca efflorescenze sulla superficie della muratura, particolarmente dannose in presenza di antichi intonaci storici o affreschi. Tali malte potranno essere utilizzate solo dopo averne accuratamente valutati gli eventuali effetti negativi.

L'intervento di **ristilatura dei giunti**, se effettuato in profondità su entrambi i lati, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura, in particolare nel caso di murature di spessore non elevato.

Se eseguito su murature di medio o grosso spessore, con paramenti non idoneamente collegati tra loro o incoerenti, tale intervento può non essere sufficiente a garantire un incremento consistente di resistenza, ed è consigliabile effettuarlo in combinazione con altri. Si tenga presente, tuttavia, che tale tecnica potrebbe andare a cancellare tracce storiche significative, come le vecchie stilature e allisciature. Essa va usata quindi con cautela e previa opportune analisi.

L'inserimento di **diatoni artificiali**, realizzati in conglomerato armato dentro fori di carotaggio, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco di uno di essi o l'innescio di fenomeni di instabilità per compressione; inoltre, tale intervento conferisce alla parete un comportamento monolitico per azioni ortogonali al proprio piano. È particolarmente opportuno in presenza di murature con paramenti non collegati fra loro; nel caso di paramenti degradati è opportuno bonificare questi tramite le tecniche descritte al riguardo (iniezioni di malta, ristilatura dei giunti). Va tenuto presente che si tratta di un intervento che ha carattere invasivo, in quanto irreversibile e da applicarsi in forma estesa, ma che conserva il comportamento originario della muratura storica. Per tali ragioni va applicato solo ove effettivamente necessario.

Nel caso in cui la porzione muraria che necessita di rinforzo sia limitata, una valida alternativa è rappresentata dai **tirantini antiespulsivi**, costituiti da sottili barre trasversali imbullonate con rondelle sui paramenti; la leggera presollecitazione che può essere attribuita rende quest'intervento idoneo nei casi in cui siano già evidenti rigonfiamenti per distacco dei paramenti. Tale tecnica può essere applicata nel caso di murature a tessitura regolare o in pietra squadrata, in mattoni o blocchi.

L'uso di sistemi di **tirantature diffuse** nelle tre direzioni ortogonali (o **ingabbiatura della muratura**) può produrre un significativo miglioramento della qualità muraria nel caso di murature di piccola pezzatura ed in presenza di malta scadente. L'obiettivo è incrementare la monoliticità, in particolare nella direzione trasversale, del comportamento meccanico del corpo murario. Ciò può essere conseguito attraverso l'esecuzione di fori, anche in numero elevato ma comunque di piccolo diametro, e l'inserimento di bandelle metalliche non iniettate (e pertanto rimovibili). L'intervento ha carattere invasivo, nel caso di murature faccia a vista, e va applicato solo ove effettivamente necessario.

L'inserimento di **tiranti verticali post-tesi** è un intervento applicabile solo in casi particolari e se la muratura si dimostra in grado di sopportare l'incremento di sollecitazione verticale, sia a livello globale, sia localmente, in corrispondenza degli ancoraggi; in ogni caso deve essere tenuta in considerazione la perdita di tensione iniziale a causa delle deformazioni differite della muratura. Tale soluzione tende a snaturare l'originale funzionamento della costruzione in muratura, per cui deve essere presa in considerazione solo in assenza di alternative.

Il placcaggio delle murature con **intonaco armato** è un intervento invasivo e non coerente con i principi della conservazione; esso risulta efficace solo se realizzato su entrambi i paramenti e se sono poste in opera barre trasversali di collegamento. Tale tecnica può essere presa in considerazione solo in singoli maschi murari, pesantemente gravati da carichi verticali o danneggiati da eventi sismici; in questi casi un'alternativa può essere anche la demolizione e ricostruzione della porzione muraria. Dal punto di vista sismico, è opportuno considerare che l'elevata rigidità a taglio dei pannelli murari così rinforzati altera profondamente il comportamento originario della costruzione; in genere ciò comporta negativi effetti sulla regolarità in pianta della costruzione, ma in rari casi può consentire di limitare le eccentricità tra i baricentri delle masse e delle rigidità. Nel caso di murature gravemente danneggiate e inconsistenti, sulle quali non sia possibile intervenire altrimenti, l'intervento può risultare efficace ma coincide con la perdita di autenticità del manufatto.

Il **placcaggio con tessuti o lamine in materiale fibrorinforzato** è anch'esso un intervento invasivo, la cui efficacia va adeguatamente comprovata, sia a livello locale che di comportamento globale; inoltre valgono le considerazioni già formulate al punto 6.3.2, relativamente alla compatibilità di questi materiali e delle resine di incollaggio con la muratura storica. Tale tecnica può rappresentare una soluzione per interventi localizzati, ad esempio rinforzi flessionali di fasce murarie, verticali od orizzontali, o mirati ad assorbire la spinta di elementi della copertura, di archi e di volte.

Le **perforazioni armate**, indicate come possibile soluzione per il miglioramento puntuale del collegamento tra elementi murari (anche se con forti riserve), non possono essere considerate come efficace soluzione per un intervento sistematico e generalizzato di consolidamento della muratura. Nel caso di pareti decorate o di superfici affrescate gli interventi di consolidamento citati possono essere utilizzati solo agendo con estrema cautela; per quanto possibile è da ritenersi preferibile consolidare altre strutture contigue con interventi di analoga efficacia e comunque operare con l'ausilio anche di competenze specializzate nel restauro di tali superfici.

Pilastrini e colonne

Essendo pilastrini e colonne essenzialmente destinati a sopportare carichi verticali con modeste eccentricità, gli interventi vanno configurati in modo da:

- ricostituire la resistenza iniziale a sforzo normale, ove perduta, mediante provvedimenti quali cerchiature e tassellature; in alcuni casi può essere accettabile il ricorso ad incollaggi con resine;

- eliminare o comunque contenere le spinte orizzontali mediante provvedimenti, quali l'inserimento di catene in presenza di archi, volte e coperture o, ove opportuno, la realizzazione od il rafforzamento di contrafforti;
- ricostituire o realizzare collegamenti di idonea rigidità, al fine di trasferire le azioni orizzontali ad elementi murari di maggiore rigidità. Vanno evitati, se non in mancanza di alternative da dimostrare con dettagliata specifica tecnica, gli inserimenti di anime metalliche in asse alla colonna, cui affidare la capacità portante, o di tiranti verticali precompressi, per conferire maggiore resistenza a flessione e taglio.

Interventi su elementi non strutturali

Per la valutazione della vulnerabilità sismica degli elementi non strutturali (cornicioni, parapetti, camini) sarebbe necessario tenere conto della possibile amplificazione delle accelerazioni alle diverse quote dell'edificio e dell'interazione dinamica tra l'elemento e la struttura. In genere l'esperienza dei costruttori, consolidata nei secoli, ed il collaudo del tempo devono essere tenuti presenti per giudicare la sicurezza di questi elementi, in particolare di quelli che non presentano evidenti problematiche nel collegamento con la struttura (fessurazioni, rotazioni, ecc.). Nei casi ritenuti problematici, occorre intervenire migliorando la capacità di spostamento prima dello stato limite ultimo, tramite ritegni laterali o ampliamenti della base d'appoggio, ed eventualmente migliorare la connessione con la struttura, tenendo presente che una variazione delle proprietà dinamiche può incrementare l'azione sismica sull'elemento.

Interventi in fondazione

L'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la sola o la principale causa dei danni osservati dopo un terremoto. È possibile omettere gli interventi sulle strutture di fondazione, nonché le relative verifiche, qualora si riscontrino le seguenti condizioni:

- non siano presenti significativi dissesti attribuibili a cedimenti in fondazione e sia stato accertato che dissesti di questa natura non si siano verificati neppure in passato;
- gli interventi progettati sulla struttura in elevazione non comportino sostanziali alterazioni dello schema statico del fabbricato;
- gli stessi interventi non comportino rilevanti modifiche delle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni;

siano esclusi fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche. Nei casi in cui le indagini e le analisi mettano in evidenza la necessità di un intervento in fondazione, dovrà essere preliminarmente ricercata la causa geotecnica del dissesto. La scelta degli interventi in fondazione dovrà essere motivata e compiutamente illustrata. Gli interventi dovranno tendere prioritariamente al

mantenimento della preesistente distribuzione delle pressioni di contatto. Essi devono in ogni caso garantire valori il più possibile ridotti dei cedimenti assoluti e differenziali attesi, che devono comunque risultare compatibili con le caratteristiche della costruzione. Per raggiungere questi obiettivi sono da privilegiare interventi distribuiti su aree estese, evitando per quanto possibile l'impiego di sottofondazioni profonde localizzate. Per i notevoli rischi di indurre nel sottosuolo spostamenti non previsti né facilmente prevedibili, è in generale da escludere l'impiego dei trattamenti di iniezione (*jet grouting*), così come in generale di iniezioni ad alta pressione, nel volume di terreno che può influenzare le fondazioni.

Allargamento delle fondazioni mediante cordoli o platea armata. L'intervento dovrà essere realizzato curando il collegamento fra vecchia e nuova fondazione al fine di ottenere un sistema di fondazione sufficientemente rigido da limitare adeguatamente i possibili cedimenti differenziali. A tal fine si adotteranno travi in c.a. armate e staffate, traversi in acciaio di idonea rigidità, barre posttense che garantiscano una trasmissione degli sforzi per attrito e simili accorgimenti. Questo tipo di intervento ha anche l'effetto benefico di realizzare un efficace collegamento orizzontale fra le murature a livello di fondazione. Qualora risultasse necessario l'impiego di fondazioni profonde (pali e/o micropali), l'intervento deve essere in genere esteso all'intero edificio, valutando il comportamento d'insieme del sistema di fondazione e verificando la sussistenza delle condizioni indicate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per le verifiche sismiche dell'interazione cinematica paloterreno. È comunque sempre necessaria un'ideale struttura di collegamento fra i pali e la fondazione esistente (ad esempio, cordoli armati connessi alla fondazione con accorgimenti analoghi a quelli elencati al punto precedente), a meno che i pali non siano trivellati attraverso la muratura con una lunghezza di perforazione sufficiente a trasferire i carichi per aderenza. In quest'ultimo caso, occorrerà verificare la resistenza della struttura esistente nelle mutate condizioni di appoggio, ammettendo l'ipotesi cautelativa che tutti i carichi agenti si trasferiscano ai pali.

Consolidamento dei terreni di fondazione. Gli interventi di miglioramento del terreno di fondazione possono essere scelti in un'ampia gamma di tipologie e devono essere scelti con molta attenzione agli effetti che possano essere indotti nella costruzione sovrastante. A questo fine è necessario prendere in considerazione quei trattamenti che prevedano una realizzazione molto controllata e la possibilità di regolazione degli effetti tramite uno specifico monitoraggio in corso d'opera. Per la loro possibile invasività, questi interventi vanno, in linea di principio, evitati qualora si rilevi la presenza di substrati archeologici. Nelle situazioni in cui si ritiene possibile l'attivazione sismica di fenomeni d'instabilità dei pendii, questi devono essere adeguatamente studiati, con l'ausilio di specifiche indagini in sito e di

laboratorio, e devono essere predisposti gli interventi di stabilizzazione eventualmente necessari, prima dell'esecuzione degli interventi sulla costruzione.

3. IL MODELLO DI INTERVENTO

Per gli eventi di tipo “A” (L. 225/92 art.2; DLGS 112/98 art. 108 comma c)), in fase di emergenza viene attivata da parte del Sindaco l’Unità di Crisi comunale; il Sindaco (o suo Assessore delegato) convoca tale struttura e assicura la direzione ed il coordinamento dei servizi di soccorso e d’assistenza alla popolazione interessata dagli eventi calamitosi. Se la calamità, per ampiezza o tipologia non può essere affrontata dal solo Comune e/o comunque la situazione di emergenza coinvolge un ambito territoriale provinciale, sovra-provinciale o di emergenza regionale/nazionale, (Eventi di tipo “B” - eventi di tipo “C” L. 225/92 art.2; DLGS 112/98 art. 107 e art. 108 commi a, b), il Prefetto dispone l’attivazione centro Coordinamento e Soccorso che gestirà tutti gli interventi dell’emergenza.

3.1 Fasi operative e procedure organizzative

A differenza di altre tipologie di rischio, i terremoti sono eventi imprevedibili, per i quali la natura stessa dell’evento rende impossibile avere un preavviso certo e tempestivo che consenta una efficace assunzione di contromisure. Le fasi di allertamento per il rischio sismico, data la mancanza di previsione, si articolano in tre stati di attivazione:

- Fase di Allarme
- Fase di Emergenza
- Fase di Post-Emergenza

L’attivazione delle fasi si basa sugli scenari ipotizzati in caso di evento sismico generato o risentito nella zona, generato nelle aree sismogenetiche della Sicilia sud orientale (Scarpata di Malta, Linea di Scicli, Piana di Vittoria, sistema di Ispica, fossa tettonica Scordia-Lentini):

Eventi di moderata sismicità

Magnitudo	Danni risentiti	Fase Operativa	Evento (L. 225/92)
M < 3,0	Assenti/molto lievi	Gestione ordinaria	A
3,0 < M < 4,5	Lievi	Gestione ordinaria	A
3,0 < M < 4,5	Modesti	Fase di Allarme	A - B

Eventi di elevata sismicità

Magnitudo	Danni risentiti	Fase Operativa	Evento (L. 225/92)
M > 4,5	Lievi	Gestione ordinaria	A
M > 4,5	Modesti	Fase di Allarme	A - B
M > 4,5	Gravi	Fase di Emergenza	B - C

3.2 Segnalazione e comunicazione dell'evento

La segnalazione è l'atto iniziale che determina, a seconda del contenuto, l'attivazione delle allerte di protezione civile.

Le segnalazioni sugli eventi sismici in atto, con indicazione della magnitudo in scala Richter e della zona epicentrale, derivano dalla Sala Operativa Regionale (SORIS) ed hanno per destinatari:

- Il Prefetto
- il Sindaco o l'Assessore delegato
- il Responsabile dell'unità operativa locale del Dipartimento Regionale di Protezione Civile
- il Responsabile dell'Ufficio Comunale di Protezione Civile
- il Responsabile dell'Ufficio Provinciale di Protezione Civile

Acquisita la segnalazione il **Responsabile dell'Ufficio** di Protezione Civile provvederà nell'immediato a reperire tutte le informazioni possibili per definire la tipologia, l'estensione territoriale, la popolazione e le attività produttive poste a rischio, i danni riscontrati. Per l'acquisizione di tali informazioni, il Responsabile si avvarrà dei **Presidi Territoriali**, oltre che di pattuglie della Polizia Municipale (di concerto con il Responsabile del Corpo) e di squadre del Volontariato, che dovranno essere dislocate sul territorio, e si metterà in contatto con le strutture di pronto intervento (115, 112, 113).

Di quanto precede, il Responsabile dovrà darne comunicazione, tenendosi in contatto costante, con:

- Sindaco ed Assessore delegato
- Prefettura - U.T.G.,
- SORIS e Dipartimento Regionale di Protezione Civile
- Strutture Provinciali di Protezione Civile

L'Ufficio Comunale di PC provvederà altresì a contattare ed avvisare gli operatori coinvolti:

- i componenti del Presidio Territoriale
- i Responsabili delle funzioni di supporto (dei Settori e strutture operative correlate con le funzioni di supporto)
- il Comandante del Corpo di Polizia Municipale
- i Volontari di Protezione Civile
- Enti ed Uffici interni o esterni al Comune interessati dal fenomeno

In caso di segnalazione da privati l'addetto dovrà cercare di ottenere più informazioni possibili relativamente a:

- provenienza della segnalazione;
- causa della chiamata e descrizione dell'evento;
- luogo dell'evento;
- presenza sul posto di Agenti di Polizia Municipale, Vigili del Fuoco, Corpo Forestale o altri Enti;
- eventuali persone coinvolte;
- eventuali riferimenti telefonici degli interessati.

3.3 Fase di allarme

ATTIVAZIONE DELLA FASE DI ALLARME

La fase di allarme si attiva nel momento in cui si riscontra un probabile o certo pericolo per l'incolumità della popolazione e danni alle cose a seguito di un evento sismico.

ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Al verificarsi di uno degli eventi calamitosi di cui alla lettera a) il **Sindaco** assume, la direzione unitaria dei servizi da attivare a livello comunale.

Il **Sindaco** o Assessore delegato, con l'ausilio e tramite le Funzioni di Supporto, attivate:

- convoca e presiede il C.O.C. nella composizione che riterrà opportuna in base alle informazioni trasmesse dal Responsabile dell'Ufficio di Protezione Civile.

- attua ed emana tutti i provvedimenti ritenuti necessari per la riduzione e l'eliminazione degli effetti connessi con l'accadimento e le necessarie Ordinanze sindacali (evacuazione, sgombero, requisizione ecc.)
- attiva tutti i soggetti pubblici e privati in rapporto con le Funzioni di Supporto o comunque coinvolti dall'evento
- decide l'eventuale sospensione e ordina la messa in sicurezza dei servizi essenziali (in primo luogo, le scuole)
- attiva le Associazioni di Volontariato
- garantisce la continuità dell'azione amministrativa, come le attività anagrafiche, di giustizia, ecc.;
- dispone l'informazione alla popolazione sulla situazione in atto
- dispone l'attivazione dei servizi sanitari e di assistenza alla popolazione con fornitura di quanto necessita (alimenti, vestiti, ecc.).
- qualora non sia in grado di contrastare efficacemente il fenomeno con le proprie forze, chiede alla Prefettura - U.T.G. e al Dipartimento Regionale di Protezione Civile un supporto logistico ed operativo ovvero l'intervento di altre forze e strutture necessarie.

Il Responsabile dell'Ufficio di Protezione Civile, con l'ausilio delle Funzioni di Supporto interessate:

- convoca e coordina il C.O.C. su delega del Sindaco
- attiva ed invia i Presidi Territoriali per il monitoraggio dei punti critici e per l'aggiornamento in tempo reale dell'evolversi della situazione
- segue tutti gli aspetti legati all'evoluzione dell'evento e alle possibili ripercussioni sul territorio;
- fa circoscrivere le zone colpite e gli obiettivi sensibili (fonti energetiche, luoghi di concentrazione di pubblico, ecc.) da controllare o da evacuare
- verifica l'agibilità delle aree di attesa, tramite i Referenti, dell'edificato e della viabilità
- attiva i collegamenti con il Volontariato per le attività di vigilanza nelle aree a rischio e con finalità di informazione alla popolazione
- dispone le attività di informazione della popolazione sull'evento in atto e sulle misure da adottare; informa tutti i soggetti pubblici o privati che vengono coinvolti dal fenomeno.
- fa convergere nel luogo gli equipaggi disponibili, al fine di approntare i primi soccorsi in favore della popolazione
- dispone l'attivazione delle aree di ricovero in cui ospitare la popolazione eventualmente evacuata

Le **Funzioni di Supporto** opereranno come individuato nella Relazione Generale al paragrafo 2.5 del presente piano.

Una volta esauritosi il fenomeno che ha determinato l'emergenza o allontanatosi il pericolo, deve essere comunicato il cessato allarme ed il ripristino dello stato di normalità.

3.3 Fase di emergenza

ATTIVAZIONE DELLA FASE DI EMERGENZA

La fase di emergenza si attiva nel momento in cui si verificano eventi di magnitudo superiore a 4.5 della scala Richter che abbiano ripercussioni gravi, ovvero eventi calamitosi di cui alle lettere b) o c).

ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Il Prefetto dispone l'attivazione centro Coordinamento e Soccorso che gestirà tutti gli interventi dell'emergenza.

Tutti i servizi e le attività poste in essere con l'attivazione della fase di allarme dovranno continuare e procedere a pieno regime; continueranno ad essere svolte tutte le attività di intervento, vigilanza, controllo, monitoraggio, verifica e informazione. Le informazioni riferite agli eventi o ai fenomeni in atto verranno continuamente aggiornate e comunicate a tutte le componenti del Sistema di Protezione Civile interessate.

Il **Sindaco** o l'Assessore delegato, coadiuvato dal Responsabile dell'Ufficio di Protezione Civile:

- attiva immediatamente il C.O.C. convocando tutti i responsabili delle Funzioni di Supporto
- provvede ad evacuare la popolazione esposta a rischio probabile e/o certo per l'incolumità fisica, trasferendola nelle aree di ricovero e nelle strutture ricettive previste e predisposte nel presente piano o in quelle ritenute necessarie, acquisendole con opportuno provvedimento d'urgenza.
- procede alla formalizzazione dei relativi provvedimenti, rendendoli esecutivi
- dispone l'attivazione dei servizi sanitari e di assistenza alla popolazione con fornitura di quanto necessita (alimenti, vestiti, ecc.).

Le **Funzioni di Supporto** opereranno come individuato nella Relazione Generale al paragrafo 2.5 del presente piano.

L'EVACUAZIONE DELLA POPOLAZIONE

Quando l'evacuazione riguarda un numero limitato di persone e non si prevedono particolari difficoltà, l'evacuazione potrà essere compiuta dalla Polizia Municipale e dal Volontariato, con un concorso minimale delle altre Forze dell'ordine. L'attività potrà essere preceduta da una informazione, costituita dalla notifica del provvedimento sindacale o, nel caso di evento non prevedibile, anche verbalmente. In caso di inottemperanza, il soggetto potrà essere denunciato per il suo comportamento alla Autorità Giudiziaria ravvisando la fattispecie, penalmente rilevante, dell'inosservanza dell'ordine dato dall'Autorità.

Nel caso di una evacuazione di notevole estensione è necessaria l'operatività concertata con le Forze dell'Ordine e con le altre strutture di protezione civile. In base alla situazione, si può imporre l'allontanamento immediato dal luogo od abitazione ottemperando all'invito verbale rivolto dalle Forze di Polizia, dai Vigili del Fuoco, dall'Autorità Militare. Anche in tale ipotesi, in caso di inottemperanza, la persona, oltre a subire l'allontanamento coattivo, verrà denunciata all'Autorità Giudiziaria.

La zona sgomberata dovrà essere ricontrollata al termine dell'operazione per accertare che l'evacuazione sia stata interamente completata. Le zone evacuate dovranno essere sottoposte a pattugliamenti da parte delle forze di polizia, per attività di sicurezza ed in particolare di "antisciacallaggio".

LA DICHIARAZIONE DELLO STATO DI EMERGENZA

Se gli eventi dovessero assumere condizioni di eccezionalità, la Prefettura e/o i Sindaci promuoveranno presso la Regione la richiesta alla Presidenza del Consiglio dei Ministri della dichiarazione dello stato di emergenza (ai sensi dell'art.5 L. 225/92 e s.m.i.). Conseguente a questa richiesta vi sarà il relativo Potere di Ordinanza in deroga ad ogni disposizione vigente, ma nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento giuridico. La **Sala Operativa Regionale** ed il **Centro Coordinamento e Soccorso**, coordineranno e gestiranno la situazione di crisi. In questi casi la direzione operativa potrà essere assunta direttamente dal **Dipartimento Nazionale di Protezione Civile**.

3.4 Fase di post-evento

Il **Sindaco**, in caso di eventi di cui alla lettera a), dispone le azioni finalizzate al ritorno alla normalità. Inoltre, coadiuvato dalle Funzioni di Supporto interessate e dal Responsabile Comunale di PC:

- provvede a ripristinare la circolazione veicolare e pedonale, i servizi essenziali di erogazione gas, acqua, energia elettrica (previo accertamento, soprattutto per l'acqua potabile, dell'inesistenza di eventuali contaminazioni od insalubrità, e delle condizioni di sicurezza degli impianti in genere) richiedendo l'intervento dei tecnici dell' ARPA per le analisi ed operazioni di bonifica del caso
- provvede a riparazioni urgenti e provvisorie, ovvero all'utilizzo di apparecchiature di emergenza (per es. gruppi elettrogeni, autoclavi, etc.)e provvedendo con mezzi alternativi di erogazione (per es. autobotti, etc.) avvalendosi di personale specializzato addetto alle reti di servizi secondo i piani d'emergenza predisposti da ciascun Ente/Gestore
- avvia gli accertamenti, anche mediante la collaborazione degli ordini professionali e dei VV.FF., circa l'agibilità degli immobili, per permettere il rientro della popolazione, e le condizioni di sicurezza delle attività produttive in genere per la loro riattivazione
- ordina la rimozione di macerie, l'abbattimento di edifici o parti di essi giudicate pericolanti e pericolosi per l'incolumità pubblica
- dispone il controllo di tutta la zona al fine di individuare pericoli, non immediatamente constatabili (ad es. frane o rovina di porzioni di terreni, ecc.)
- avvia il censimento dei danni fisici riportati dalle persone e dei danni alle strutture ed immobili pubblici o privati
- dispone il mantenimento del servizio antisciacallaggio, da effettuarsi fino a cessate esigenze, per le aree ed immobili evacuati;

4. NORME COMPORTAMENTALI

PRIMA DEL TERREMOTO

Prima che si verifichi un evento sismico è bene:

- Discutere in famiglia dei comportamenti da tenere in caso di emergenza
- Fissare bene i mobili, gli oggetti pesanti, quelli in vetro. Il pericolo maggiore durante un terremoto è quello di essere colpiti da oggetti che cadono.
- Evitare che i letti siano vicini a vetrate, specchi, mensole con oggetti pesanti, ecc.
- Predisporre una borsa di emergenza (safety bag) per far fronte all'eventualità di abbandono repentino della casa contenente torcia elettrica, medicinali di pronto soccorso e medicinali di uso frequente, cibo ed acqua potabile, radio con batterie di scorta, coperte
- Tenere un elenco aggiornato dei numeri telefonici di soccorso corredato da una cartina stradale della città
- Conoscere la posizione delle utenze domestiche ed avere conoscenza sulle manovre necessarie per poterle escludere
- Avere a disposizione in casa almeno un estintore
- Partecipare alle esercitazioni e/o alle campagne informative promosse dalla Protezione Civile Comunale

DURANTE IL TERREMOTO

In casa

- Non cercare di uscire durante la scossa e non utilizzare scale e ascensori, che sono ambienti di grande pericolo
- Uscire solo se la porta immette sul pianerottolo o su giardino e in ogni caso abbandonare l'edificio con calma, facendo uscire prima donne, bambini, anziani e malati. Una volta usciti non sostare mai nelle vicinanze dell'edificio
- Ripararsi in uno dei posti sicuri individuati dal piano di emergenza familiare comunque trovare riparo sotto le strutture portanti quali architravi e muri maestri, angoli delle pareti e vani porte. Una valida protezione è offerta dai letti e dai tavoli, sotto i quali ripararsi in posizione distesa o inginocchiata. Se possibile proteggersi il capo con cuscini e/o altro. Non muoversi fino a quando la scossa non è terminata
- Allontanarsi da balconi, mensole, finestre, specchi, mobili pesanti

- Se si è all'interno di un ascensore, fermarsi al primo piano possibile e uscire immediatamente.

In un luogo pubblico

- Rimanere nel luogo e non cercare di raggiungere l'uscita, in maniera di evitare una situazione di affollamento che potrebbe provocare ulteriori danni alle persone
- Fare attenzione a oggetti sospesi che possono cadere

In luoghi aperti

- Portarsi in luoghi aperti, lontano dalle costruzioni, muri di recinzione, alberi, muri, linee elettriche
- Se ci si trova su un veicolo fermarsi lontano da ponti, cavalcavia e terreni in frana, alberi, muri e linee elettriche
- Allontanarsi dalle rive del mare

DOPO IL TERREMOTO

In casa

- Verificare che non vi siano feriti
- Verificare che non vi siano fughe di gas o rotture dell'impianto idrico
- Non accendere luce, non usare candele e/o qualsiasi altra fiamma e usare lampade a batteria. (Gli impianti elettrici devono comunque ritenersi sempre in tensione, quindi prima di accedere ad essi deve essere richiesto l'intervento di ENEL).
- Verificare che la costruzione si abita non abbia subito danni: se si sono avute lesioni, contattare l'Ufficio di Protezione Civile Comunale e richiedere il parere di un tecnico; nel dubbio abbandonare la casa
- Nel caso si abbandoni la casa, chiudere gli erogatori di gas, acqua, energia elettrica
- Seguire le indicazioni delle Forze dell'Ordine e dei Volontari della Protezione Civile
- Raggiungere le aree di raccolta predisposte ed indicate nel Piano Comunale di Protezione Civile. Non usare autoveicoli per lasciare le strade libere per i soccorsi
- Usare una radio a batterie per avere eventuali informazioni. Non usare il telefono, se non per reali esigenze di soccorso per lasciare libere le linee per le comunicazioni d'emergenza.
- Se l'erogazione dell'energia elettrica lo rende possibile, sintonizzarsi su RAI 3 e/o altre Reti televisive locali e sulle radio nazionali e locali per conoscere in continuo le notizie diramate dalla

Protezione Civile in merito all'evolversi della situazione. Altrimenti accendere radio portatili e sintonizzarsi su reti nazionali e/o locali.

- Aspettarsi scosse secondarie di assestamento. È molto probabile che la scossa principale sia seguita da repliche, di intensità inferiore, ma tuttavia ancora in grado di provocare danni

Sul posto di lavoro

- Chiudere tutti gli impianti, le apparecchiature e tutte le alimentazioni
- Spegnere i motori e togliere l'energia