

10 SISMICITÀ

† VITTORIO ILCETO,¹ JACOPO BOAGA¹

10.1. INTRODUZIONE

Un terremoto è un rilascio di energia dovuto alla fagliazione della crosta terrestre. La fagliazione è dovuta al movimento reciproco delle placche litosferiche, al cui margine di interazione si verificano i terremoti. L'energia sismica si propaga in tutte le direzioni attenuandosi con la distanza dall'epicentro. L'epicentro è la proiezione sulla superficie terrestre del punto di rottura dove si è generato il terremoto, posto solitamente per i forti terremoti tra pochi km e diverse decine km di profondità, che prende il nome di ipocentro. L'energia si propaga per mezzo di onde simiche, descrivibili in onde di volume: onde P e onde S. Le onde P, o longitudinali, hanno un moto nello stesso senso di propagazione dell'onda, mentre le S, o trasversali, hanno un moto trasversale alla direzione di propagazione. In aggiunta a queste onde vi sono le superficiali, che si generano con l'interazione con la superficie terrestre. La dimensione del terremoto si determina principalmente con due scale: l'intensità macrosismica (scala Mercalli), che è una descrizione qualitativa degli effetti di un sisma esposta in gradi; o la magnitudo (scala Richter) che è una misura quantitativa dell'energia rilasciata.

Lo studio degli effetti di un terremoto in ambito territoriale prevede di determinare zone di isosismicità, e prende il nome di zonazione sismica o classificazione territoriale. Lo studio peculiare degli effetti sismici di un determinato luogo ricade invece negli ambiti degli studi di risposta sismica locale. Le condizioni geologiche locali sono infatti determinanti nel modificare gli effetti dei terremoti. Particolari condizioni topografiche e, soprattutto, litologiche possono fortemente amplificare il moto sismico inducendo effetti molto diversi anche in punti relativamente vicini tra loro.

Lo studio specifico della risposta sismica locale è solitamente demandato alla fase di progetto di un'opera, seppur guidato dalla normativa, mentre lo studio della sismicità territoriale ricade nell'ambito della pianificazione, di più spiccata competenza delle amministrazioni nazionali e locali², nonché degli organismi di ricerca scientifica.

In questo capitolo la sismicità viene esaminata in termini storici e di classificazione territoriale relativamente al territorio provinciale di Venezia.

10.2. IL RISCHIO SISMICO

10.2.1. Premessa

Il NordEst italiano, dal punto di vista sismico, è contornato da molte aree sismogenetiche, come si evince dalla Fig. 10.1 nella quale viene riportato l'insieme

delle aree sismogenetiche italiane (zonazione sismogenetica a cura del Gruppo Nazionale Difesa Terremoti).

Come visibile nelle Figg. 10.1 e 10.2, indicanti rispettivamente la zonazione sismogenetica nazionale e le aree sismogenetiche del Veneto, il territorio del NordEst è bordato a est dall'elevata sismicità dell'area istriano-slovena, a nord dall'area Friulano - Carnica, a nord-ovest dall'area di Belluno - Alpago - Cansiglio, con una propaggine verso l'Asolano - Montello, a ovest dall'area del Veronese - Lago di Garda e infine a sud dall'Appennino Emiliano - Romagnolo.

Le zone sismogenetiche interessanti la provincia di Venezia ricadono in quelle di interazione Adria-Europa (convergenza delle placche adriatica ed europea), caratterizzata da pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e relative faglie inverse associate (ZANFERRI *et al.*, 1982; SLEJKO *et al.*, 1989; VALENSISE & PANTOSTI 2001; PERUZZA *et al.*, 2002; GALADINI *et al.*, 2002). In particolare, le zone individuate come 905 e 906 dal Progetto ZS9 racchiudono un'alta frequenza di eventi sismici. Da segnalare la sorgente sismica del Montello (TV), ricadente in zona 905, ritenuta potenzialmente responsabile di terremoti con $M > 6$, e definibile, in base ai dati a disposizione, come silente. La zona 906 invece interessa l'area tra Bassano del Grappa (VI) e Verona.

Questa caratterizzazione sismica è chiaramente motivata dalla costante attività sismica che si riscontra soprattutto nell'area Friulano - Carnica, ma che trova importanti riscontri anche nelle aree venete funestate, ad esempio, dai terremoti di Belluno del 1873, del Cansiglio del 1936 e di Asolo del 1695.

Negli ultimi secoli, le aree della pianura veneta sono state oggetto di forti risentimenti di sismicità indotta dalle sopramenzionate aree sismogenetiche, ma non da episodi sismici direttamente originatisi nelle zone della pianura veneta o del golfo di Venezia.

Notizie storiche, che si riferiscono ai primi secoli del secondo millennio d.C., descrivono una situazione ben più inquietante dato che rovinosi cataclismi sono

¹ Università di Padova, Dipartimento di Geoscienze.

² Gli studi qui presentati sono stati realizzati, anche a distanza di tempo tra loro, principalmente dal prof. Vittorio Ilceto nell'ambito della pianificazione provinciale e comunale di Protezione Civile. L'insieme delle conoscenze così acquisite è stato poi rivisto, attualizzato e sintetizzato per questo Atlante geologico da entrambi gli autori. Gli studi sintetizzati nelle due schede sono invece frutto del lavoro di entrambi gli autori.

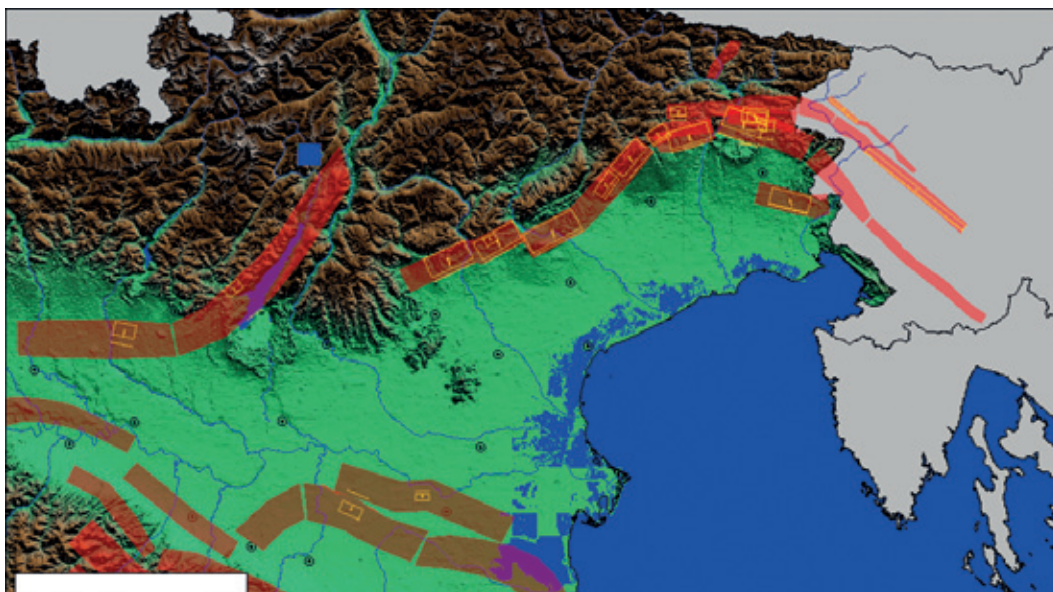


Fig. 10.1 - Aree sismogenetiche del Nord Est d'Italia, da "The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)", ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA, 2007.

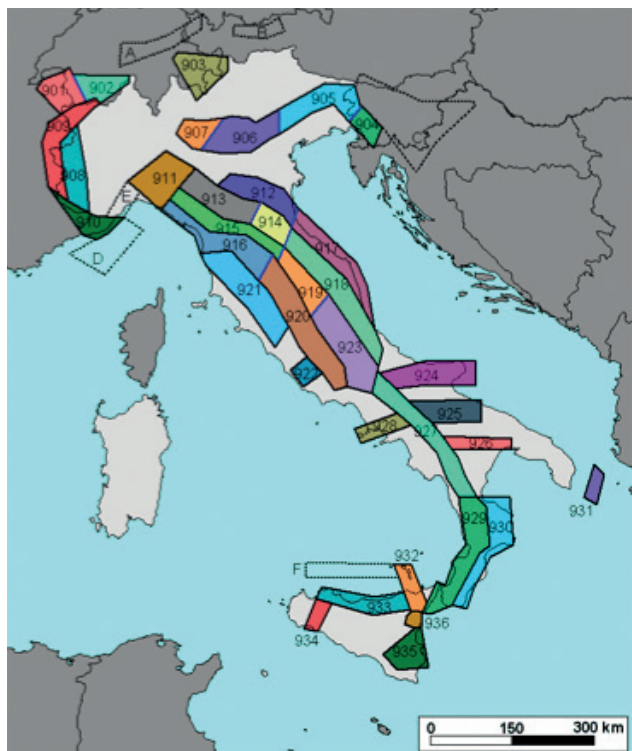


Fig. 10.2 - Zonazione Sismogenetica ZS9, a cura del Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

segnalati in tutte le città venete: Venezia e il suo litorale compresi.

Se questo insieme di conoscenze sismologiche, storico-strumentali, è alla base della valutazione della massima Intensità Macrosismica osservata per i comuni veneziani e che raggiunge l'VIII° grado della Scala Mercalli, esso, pur tuttavia, poco dice sui più probabili periodi di ritorno di sismi la cui memoria si perde nei secoli e forse nei millenni.

Questo argomento è, come noto, di attualità nel nostro Paese dato il verificarsi di terremoti, fortunatamente

non dei più distruttivi, in aree non ufficialmente classificate come zone sismiche e che solo recenti studi attribuivano, per alcune di esse, una certa propensione al rischio sismico.

La questione della classificazione sismica, soprattutto delle aree tradizionalmente identificate come asismiche o a bassa sismicità, è stata, a pochi mesi dal terremoto verificatosi a San Giuliano di Puglia (CB) il 31.10.2002, affrontata con l'OPCM n° 3274/2003 che, oltre a rivedere la classificazione di alcuni comuni, ha introdotto una 4^a "zona sismica" in cui ricadono tutte le aree precedentemente non classificate. In seguito l'Ordinanza n° 3519/2006 ha invece stabilito nuove direttive generali per la definizione delle zone sismiche nazionali, definendo la nuova mappa di riferimento per la Pericolosità Sismica nazionale in termini di accelerazioni massime al suolo rigido con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fig. 10.3). Il "Testo Unico delle Costruzioni" (D.M. 14.01.2008) attualmente in vigore impone la definizione dell'azione sismica definita puntualmente, considerando anche le condizioni topografiche e le tipologie di suolo (attraverso il parametro V_{S30} ; vedi la successiva scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia ricadenti nella zona 3").

E' da sottolineare l'importanza contingente di tale decisione in considerazione dell'enorme espansione urbanistica e industriale sviluppatasi in totale assenza di normativa antisismica, cui va aggiunto l'immenso secolare patrimonio edilizio e monumentale che mal sopporta l'azione di sismi anche di modesta intensità. Lo stesso tragico esempio del terremoto del 6 aprile 2009 che ha colpito la città dell'Aquila ne è un esempio. Nonostante la non molto rilevante energia sismica rilasciata, i danni sono stati molto ingenti e sicuramente sarebbero stati limitabili con approcci di tipo prestazionale quali le ultime normative sono rivolte.

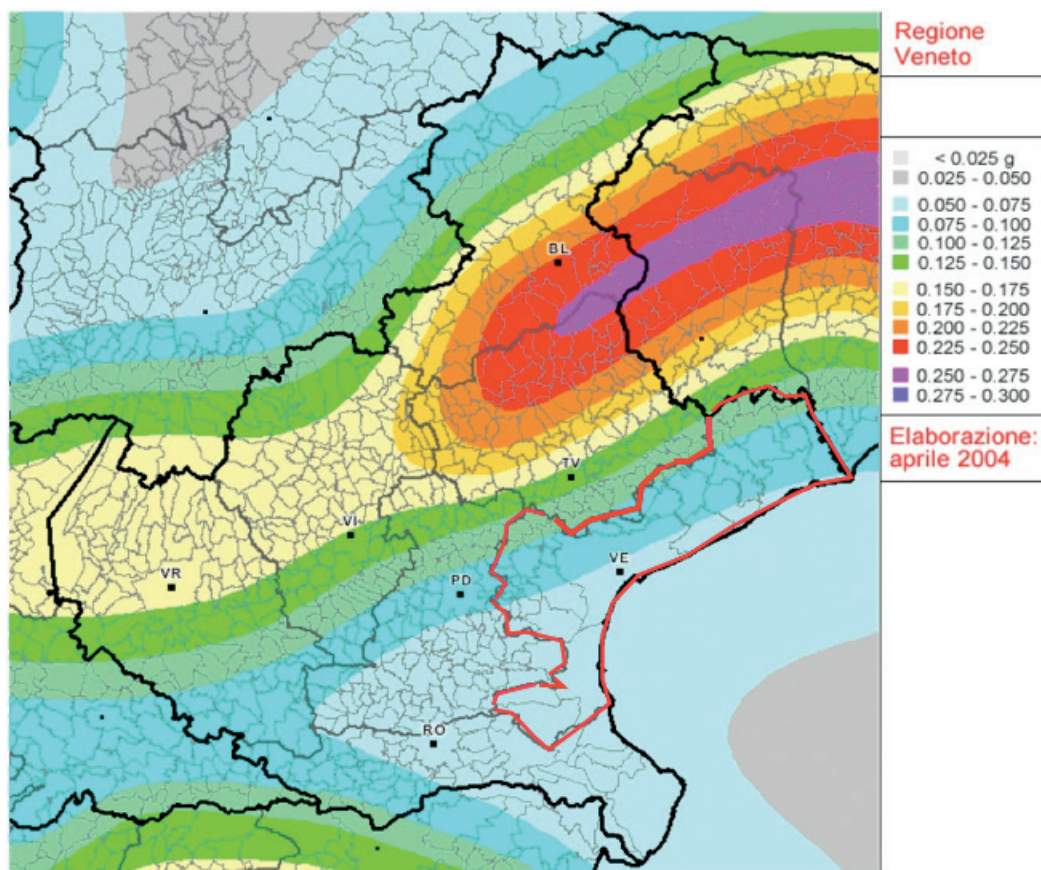


Fig. 10.3 - Massime accelerazioni orizzontali attese in provincia di Venezia e nel Veneto (OPCM n° 3519 del 28.04.2006).

10.2.2. Sismicità storica dell'area veneziana

Passando ora a un rapido *excursus* sulla sismicità storica dell'area veneziana, si possono riportare le scarse notizie storiche relative ai terremoti avvenuti durante il primo e secondo millennio d.C.

Secondo Mercalli, nella sua opera "I terremoti d'Italia" (1901), negli anni 238, 243, 260 si ebbero forti terremoti che danneggiarono città quali Verona, Vicenza, Padova e quindi, con molta probabilità, anche il territorio veneziano.

Un secolo più tardi, il 21 luglio del 365 o 369, un terribile terremoto, con probabile epicentro nel Bellunese, provocò forti danni a Padova, facendo crollare a Verona parte dell'Arena, cambiando il corso del Piave "giacché una grande frana gli sbarrò il letto". Anche il mare si scostò dal lido (maremoto?) e pertanto anche in questa occasione il territorio veneziano risentì fortemente del terremoto.

Le prime notizie storiche di sismicità relativa a Venezia risale al terremoto/i del 745 e/o 754 (758 secondo Mercalli) che "rovinò molti edifici e fu terribile per tutte le isole".

L'attendibilità di questi, come di altri terremoti, è stata recentemente messa in discussione da Costantino Marmo nel 1989.

Per Venezia più grave fu il terremoto del 1093 che "storse il Campagnel di S. Angelo e ne seguì addietro mortalità e carestie".

All'inizio del secolo XII, secondo la Storia sismica

della provincia di Venezia di F.S. Zanon (1937), sono da annoverare due terremoti: il primo attorno all'anno 1106(?) chiamato da Zanon "terremoto di Malamocco", e il secondo del 1117, o "terremoto di S.Ermagora", sempre secondo Zanon, ben noto in letteratura scientifica e generalmente attribuito alla Lombardia - Veneto (Mercalli e in seguito Iaccarino), che raggiunse l'XI° grado della scala MCS. Il primo, oltre che della distruzione di chiese e palazzi, fu responsabile del maremoto che sconvolse Malamocco: "Il mare, come scosso dal suo fondo, penetrando furioso per tutti i porti e le aperture della laguna superava i lidi e tutto inondava. Tante case rovesciate, tanti fondaci guasti. Un'intera isola scomparve ingoiata dai flutti, l'antica Malamocco". Il secondo fu probabilmente molto più violento e risentito in tutta l'alta Italia e in Svizzera; a Venezia "fu un grandissimo tremuoto, e venne un'acqua sulfurea (metano? N.d.A.) che appiccò fuoco alla Chiesa di S. Ermagora ...".

Nel secolo XIV merita senza dubbio menzione il terremoto di Villaco (A) del 1348, anch'esso dell'XI° grado, che fece rovinare molti campanili in Venezia, dove gli è stato attribuita un'intensità dell'VIII° grado. Un altro aspetto riguarda l'avvento di ondate di maremoto: "Il Canal Grande rimaneva ogni tratto asciutto in modo da lasciare vedere il fondo, mentre l'acqua si riversava ora da un lato ora dall'altro".

Con l'ottica di riportare solo i maggiori terremoti si menziona qui il terremoto del Friuli del 1511 del

IX°-X° grado con risentimenti in Venezia del VII°-VIII° grado.

Dalle cronache si apprende di distruzioni e morti in Venezia per caduta di comignoli, statue, merli e ornamenti e di case vecchie. Nei secoli seguenti sembra assistere a una diminuzione dell'intensità dei sismi, pur aumentando la quantità e l'accuratezza delle informazioni circa la sequenza delle scosse registrate nei secoli XVII e XVIII.

Anche il secolo XIX fu caratterizzato da "quiete sismica" poiché nell'area veneziana si ebbero pochi risentimenti di rilievo. L'attività sismica, proveniente dalle aree sismogenetiche limitrofe, è sempre meglio documentata.

Alcuni terremoti hanno raggiunto in Venezia il VI° grado, quale il terremoto dell'Alpago del 1873 e quello di Rimini del 1875, trasmessosi con intensità maggiore del V grado nella parte meridionale della provincia e che in Venezia ha raggiunto il III° - IV° grado.

Sul finire del secolo, nel 1895, il terremoto di Lubiana (SLO) fece risentire i propri effetti su tutta la provincia di Venezia con intensità del VI° grado.

Anche nel XX secolo continua la calma sismica, interrotta episodicamente da risentimenti del VI° grado, come quelli dovuti ad esempio dal terremoto di Belluno (altrimenti chiamato Alpago - Sarmede) del 1936 e, più recentemente, del Friuli del 1976.

Con l'ampliamento delle Reti Sismiche nazionali e locali è possibile ora migliorare le conoscenze sismiche nel senso sia di una più precisa collocazione degli epicentri e sia nel riconoscimento e studio dell'attività sismica di medio-bassa intensità, così determinante negli studi sismotettonici regionali.

Anche se nel Veneto sono state installate poche stazioni sismiche, è iniziata da qualche anno la registrazione anche dei piccoli terremoti i cui epicentri sono stati localizzati nell'entroterra veneziano e nel Golfo di Venezia.

Questi fenomeni sismici, molto spesso nemmeno avvertiti dalla popolazione, possiedono, come si è sopra menzionato, una notevole importanza geodinamica poiché stanno a testimoniare l'esistenza di strutture geologiche attive come quelle che dalle Alpi si spingono fino al mare, attraversando quindi il territorio veneziano.

In tempi più recenti (fine agosto - novembre 1997) uno sciame sismico, generalmente con Magnitudo Richter inferiore a 3, ha interessato l'area settentrionale della provincia di Venezia. Le scosse di maggiore intensità sono state avvertite dalla popolazione e pertanto la loro Intensità macrosismica può essere valutata come "moderata" (IV° - V° grado della scala MCS). L'area epicentrale è stata localizzata nell'area di S. Stino di Livenza - Passarella - Ceggia e la profondità ipocentrale, a seconda dei vari episodi sismici, valutata fra i 5 e i 15 km.

Questa notevole variazione dei valori di profondità ipocentrale è dovuta da un lato al fatto che i singoli terremoti dello sciame sismico si possono essere

prodotti a profondità diverse, e dall'altro alla sempre difficile determinazione della profondità ipocentrale aggravata, nel presente caso, dal fatto che l'area epicentrale è situata all'esterno delle Rete Sismica della Regione Friuli-Venezia Giulia, con conseguente caduta di precisione localizzativa.

A conclusione di questo *excursus* storico, al di là delle inevitabili inesattezze e incompletezze storiche, riferibili ai tempi più antichi, sembra di poter affermare che da qualche secolo si stia assistendo, in questa zona, a una calma sismica. Quest'ultima non coinvolge solo il territorio veneziano ma, ovviamente, anche le aree sismogenetiche limitrofe.

Ciò è plausibile soprattutto se paragonato a quanto sembra essere avvenuto nei primi secoli di questo millennio durante i quali molti terremoti, ben più disastrosi di quelli contemporanei, si sono abbattuti su queste contrade.

Con quale periodo di ritorno?

Gli avvenimenti recenti in aree considerate poco sismiche o asismiche riaprono questo capitolo nel senso che se le attuali conoscenze sismogenetiche non lasciano intravedere la presenza di strutture tettoniche capaci di generare terremoto molto distruttivi, ciò non esclude la possibilità di dover subire terremoti mediamente distruttivi a conferma delle massime intensità macrosismiche osservate nel passato nella regione veneziana.

10.2.3. Normativa sismica

La Legge 64/1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" rappresenta la pietra miliare della normativa sismica italiana. Essa prevedeva l'emanazione per decreto, di concerto con il Ministro dell'Interno e sentito il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), di norme tecniche per le costruzioni sia pubbliche che private. Il punto fondamentale di questa legge, mantenuto dalle successive, risiede nella possibilità di aggiornare la classificazione sismica del Paese e le norme sismiche ogni qualvolta che ciò sia giustificato dal progredire delle conoscenze dei fenomeni sismici.

La classificazione sismica prevedeva, quindi, l'inserimento dei comuni a rischio in una delle tre categorie sismiche allora previste e, per i comuni classificati, valevano specifici criteri progettuali e costruttivi.

Riguardo alla classificazione sismica, gli studi di carattere sismologico e geologico a seguito del terremoto del 1976 in Friuli e di quello del 1980 in Irpinia, svolti nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) del CNR, portarono a un sostanziale aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale e permisero la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al governo (PETRINI, 1980; PETRINI *et al.*, 1987) e tradotta in una serie di decreti da parte del Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1980 ed il 1984; tali decreti costituiscono la storica classificazione sismica italiana (Servizio

Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 1986).

Questa proposta del CNR era, per la prima volta in Italia, basata su indagini di tipo probabilistico della sismicità italiana e conteneva un embrione di stima del rischio sismico sul territorio nazionale (GRUPPO DI LAVORO SCUOTIBILITÀ, 1979; PETRINI *et al.*, 1981).

Durante gli anni Novanta il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) ha realizzato le Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale (SLEJKO *et al.*, 1998), consegnate al Dipartimento di Protezione Civile nel 1996.

Queste carte rappresentano l'accelerazione orizzontale di picco (PGA) e l'intensità macrosismica con periodo di ritorno 475 anni, e cioè con valori di scuotimento sismico con probabilità di eccedenza non superiore al 10% in 50 anni. Esse sono gli strumenti di comune utilizzo nella progettazione antisismica delle costruzioni civili.

I risultati contenuti in quella carta sono stati poi utilizzati per formulare, nell'ambito di un gruppo di lavoro misto GNDT - Servizio Sismico Nazionale (SSN), una proposta di classificazione dei comuni nelle tre categorie sismiche, che è stato quindi individuato su base strettamente scientifica. Successivamente, un altro gruppo di lavoro misto GNDT - SSN (ALBARELLO *et al.*, 2000) perfezionò le carte di pericolosità sismica nazionale utilizzando ancora la metodologia consolidata del probabilismo sismotettonico.

Relativamente alle norme sismiche, già nel 1975 vennero emanate le prime disposizioni (vedi Tab. 10.1), successivamente integrate da diversi interventi legislativi.

Le innovazioni più importanti introdotte dalle norme sismiche del 1975 riguardano l'introduzione dello spettro di risposta per le strutture e la possibilità di eseguire indagini di tipo dinamico. Gli aggiornamenti successivi hanno meglio precisato soprattutto l'altezza

N.	Riferimento	Contenuto
1	Legge 2 febbraio 1974, n° 64	"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
2	D.M. LL.PP. 3 marzo 1975	Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
3	D.M. LL.PP. 24 marzo 1982	Norme tecniche riguardanti la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento.
4	D.M. LL.PP. 12 dicembre 1985	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle tubazioni.
5	D.M. LL.PP. 3 dicembre 1987	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
6	D.M. LL.PP. 20 novembre 1987	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
7	D.M. LL.PP. 11 marzo 1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
8	D.M. LL.PP. 4 maggio 1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
9	D.M. 14 febbraio 1992	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato (C.A.) normale e precompresso e per le strutture metalliche.
10	D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
11	D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
12	D.M. 16 gennaio 1996	Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
13	Circolare LL.PP. n° 65 del 10 aprile 1997	Circolare illustrativa del D.M. 16/01/96.
14	OPCM n° 3274 del 20.03.2003	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
15	OPCM n° 3519 del 28.04.2006	Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006. Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (Ordinanza 3519).
16	DM 14.01.2008	Decreto Ministeriale 'Norme tecniche per le costruzioni'.

Tab. 10.1 - Riferimenti legislativi nazionali per la normativa sismica.

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO

† Vittorio Iliceto e Jacopo Boaga

La nuova riclassificazione del Veneto aveva imposto l'intera zona 3 al comune di San Michele al Tagliamento, dovuta principalmente alla forma particolarmente allungata in direzione N-NO del suo territorio, la cui parte settentrionale ricadeva in una fascia di accelerazione sismica prevista significativa. Nell'ambito di un progetto di ricerca con l'Università di Padova è stato perciò deciso di procedere a uno studio di microzonazione, rivelatosi il primo caso di sottozonazione comunale nel territorio del Veneto.

La metodologia scientifica utilizzata per la microzonazione del comune di San Michele al Tagliamento è stata conforme a quella utilizzata per microzonazioni da molti Istituti di Ricerca nazionali ed europei. Un caso analogo di studio, ad esempio, è stato affrontato con la medesima metodologia e in collaborazione con il *"Landesamt für Geologie Rhostoffe und Bergbau"* di Friburgo, l'autorità territoriale preposta alla mitigazione del rischio sismico della regione del Baden-Württemberg, in Germania.

Lo studio ha dapprima previsto l'impiego di diverse misurazioni strumentali atte a valutare la struttura del sottosuolo in termini di velocità sismiche per diverse località del comune, nonché di determinare il periodo proprio di vibrazione dell'intero territorio comunale.

Lo studio relativo alla risposta sismica locale nel caso di diversi terremoti ha imposto sia uno studio deterministico della pericolosità sismica sia la valutazione strumentale dell'attività sismica in loco. Il primo riguardava il calcolo di sismogrammi sintetici computando gli effetti di forti terremoti sul territorio comunale, asservendosi dei dati delle velocità sismiche acquisite nella prima fase del lavoro. Il secondo ha previsto l'acquisizione sismica in continuo per 6 mesi con 2 sismografi posti alle estremità settentrionale e meridionale del territorio

comunale. Lo scopo dell'indagine era di registrare terremoti locali provenienti da diverse direzioni. Nell'arco dei 6 mesi sono stati registrati terremoti locali di Magnitudo comprese tra 2,4 e 3,4. Di questi, tre erano provenienti da N-NO, cioè dall'area sismologicamente più attiva del Friuli, mentre due erano localizzati in epicentri laterali rispetto al territorio comunale (dal padovano e dalla Slovenia), quasi equidistanti dalle stazioni (Fig. 10.4).

In collaborazione con la Questura di Padova si è proceduto a un esperimento sull'attenuazione dell'energia elastica. Sono stati fatti brillare 30 kg di tritolo sul letto del fiume Tagliamento, registrando con sensori l'attenuazione dell'energia elastica lungo l'asse NO-SE e NE-SO. L'indagine sperimentale, relazionata alle registrazioni sismometriche, ha dimostrato come i terremoti provenienti dal N-NO, i più pericolosi in termini di capacità sismogenetica, hanno effetti molto differenti tra la zona settentrionale e quella meridionale del comune. L'energia sismica viene difatti fortemente attenuata lungo l'asse del territorio comunale di forma allungata in direzione NO-SE. Al contrario i terremoti registrati provenienti da NE e SO, quasi equidistanti dalle stazioni riceventi, hanno rilevato effetti del tutto assimilabili per la stazione meridionale e quella settentrionale. Questo ha scongiurato la possibilità di effetti locali marcati dovuti a diverse condizioni litologiche e rimarcato come il pericolo sismico del comune, atteso dalle faglie sismogenetiche friulane, sia essenzialmente legato alla sola attenuazione energetica.

I risultati del lavoro hanno perciò permesso la riclassificazione del territorio comunale in accordo con la zonazione regionale, individuando una zona 3 per la parte settentrionale del comune e una zona 4 per la sua parte meridionale (Fig. 10.5), dato poi ufficialmente recepito dalla Regione Veneto.



Fig. 10.4 - Terremoti registrati dalle stazioni (in giallo). In rosso i terremoti provenienti dall'area friulana, in blu i terremoti "laterali" dal padovano e dalla Slovenia.

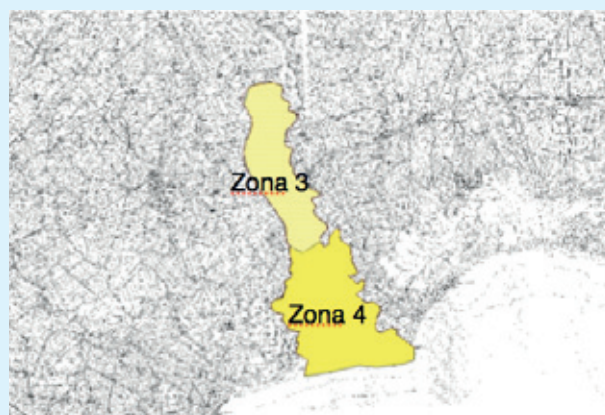


Fig. 10.5 - Riclassificazione del territorio comunale di San Michele al Tagliamento in sub-zona 3 e sub-zona 4.

massima ammissibile per gli edifici in zona sismica in funzione della larghezza della strada prospiciente.

E' il caso inoltre di ricordare che la recente normativa italiana (D.M. 14.01.2008) si rifà alle indicazioni dell'EUROCODICE n° 8: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture" in cui tra l'altro si precisano gli studi e le indagini sismiche da eseguire specialmente per quanto riguarda la costruzione di edifici strategici.

In data 20 marzo 2003 è stata firmata dal Presidente del Consiglio l'Ordinanza n° 3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, con la quale, su indicazione della Protezione Civile, viene introdotta una nuova Classificazione Sismica dell'intero territorio nazionale suddividendolo in 4 Zone "ex Categorie".

Col D.M. n° 14.09.2005 e col successivo D.M. n° 14.01.2008 sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni"; in esso sono definiti nuovi criteri di calcolo delle strutture dei manufatti da realizzarsi in zona sismica. Il Decreto è stato dapprima applicato in via sperimentale per diciotto mesi risultando nel contempo possibile l'utilizzo dei precedenti metodi di calcolo (di cui al D.M. 16.01.1996), per poi diventare, con circolare pubblicata nella G.U. n° 187 del 13.08.1996, l'unica Norma di riferimento utilizzabile.

L'Ordinanza 3519/2006 ha invece stabilito nuove direttive generali per la definizione delle zone sismiche nazionali e ha introdotto caratteri innovativi anche nelle modalità di calcolo degli edifici (variando i valori delle accelerazioni massime al suolo, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{S_{30}} > 800 \text{ m/s}$, con $V_{S_{30}}$ media pesata della velocità delle onde sismiche S dei primi

30 metri di sottosuolo; vedi la successiva scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia ricadenti nella zona 3"). La norma ha inoltre stabilito che gli ambiti amministrativi comunali non risultano più necessariamente caratterizzati dall'interessamento a un unico e omogeneo livello di rischio, in quanto possono essere contraddistinti dall'appartenenza a più fasce, e quindi a più zone; vedi la scheda "Microzonazione sismica del comune di San Michele al Tagliamento".

10.2.4. Classificazione sismica dell'area veneziana

La valutazione della sismicità di un'area può quindi essere trattata sia sotto l'aspetto legislativo (classificazione sismica), sia attraverso gli studi sismologici in essa condotti (ed eventualmente da completare), sia attraverso un'analisi della specifica fragilità, e quindi pericolosità, del territorio in termini di contenuti edilizio - monumentali, industriali ecc.

Dal punto di vista della classificazione sismica nessun comune della provincia di Venezia rientra nelle zone classificate sismiche dal D.M. LL.PP. del 14.05.1982 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche della Regione Veneto".

Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, su indicazione della Protezione Civile sono state profondamente modificate le Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica ed è stata introdotta una nuova classificazione sismica dell'intero territorio nazionale suddividendolo in 4 Zone: "ex Categorie" (Fig. 10.6).

La 4° zona fa riferimento a tutte le aree precedente-

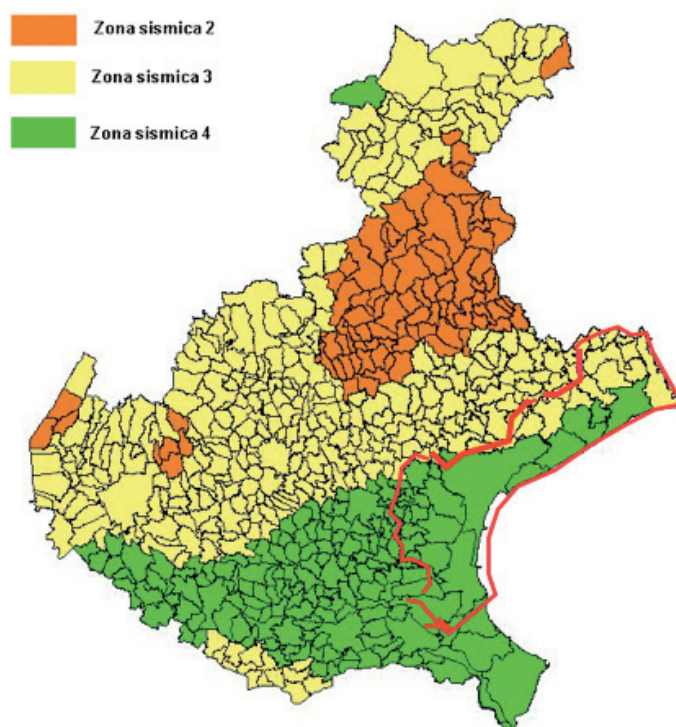


Fig. 10.6 - Riclassificazione sismica del Veneto (D.R. n° 67/2003); non è presente la "Zona sismica 1".

mente non classificate, evidenziando così la sismicità dell'intero territorio nazionale.

Nella zona 4 le Regioni sono state chiamate a decidere se applicare o meno la progettazione sismica nel caso di edifici ordinari, mentre essa risulta comunque obbligatoria per gli edifici strategici e ad alto affollamento (D.R. n° 67/2003).

Pertanto tutti i comuni veneziani (24), inclusi nella III^a categoria, sono ora classificati in zona 3 (Fig. 10.6): Annone Veneto, Ceggia, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Piave, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Marcon, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Noale, Noventa di Piave, Portogruaro, Pramaggiore, Quarto d'Altino, Salzano, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento, Santa Maria di Sala, S. Stino di Livenza, Scorzé, Teglio Veneto e Torre di Mosto, mentre sono confluiti in zona 4 i comuni (19) a suo tempo ricadenti nella denominazione "non classificato": Campolongo Maggiore, Camponogara, Caorle, Cavallino Treporti, Cavarzere, Ceggia, Chioggia, Cona, Eraclea, Fiesso d'Artico, Fossò, Jesolo, Mira, Mirano, Pianiga, Spinea, Stra, Venezia, Vigonovo.

La Provincia di Venezia ha voluto valutare, pur a grandi linee, i principali parametri che caratterizzano il comportamento dinamico del terreno nei comuni ricadenti in Zona 3 (Fig. 10.7) del proprio territorio. Nello specifico (scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia

ricadenti nella zona 3") le indagini hanno studiato il territorio provinciale sito in zona 3 nei termini di misura dei valori di $V_{S_{30}}$ del sottosuolo e, più specificatamente, la misura del periodo proprio di edifici strategici confrontandolo con quello del terreno di fondazione.

Nella Tabella 10.2 sono riportate le Massime Intensità Macrosismiche osservate riferite a ogni comune del veneziano, come desunte dall'Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise nell'ambito del G.N.D.T, I.N.G.V. e S.S.N., mentre la Fig. 10.8 le riporta arealmente.

D'altro canto gli studi condotti da Istituzioni quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il Servizio Sismico Nazionale (SSN), il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) ecc. prospettano un quadro di Intensità macrosismiche osservate (I_{max}) che vanno dal VI° all'VIII° grado della Scala Mercalli.

Nella Fig. 10.8 è riportata la massima intensità macrosismica per ciascun comune della provincia e del Veneto.

L'intensità macrosismica può essere valutata avvalendosi di diverse scale fra le quali la più nota, per la valutazione dei danni ai fabbricati, è la scala M.S.K.

La scala M.S.K., chiamata così dalle iniziali dei nomi

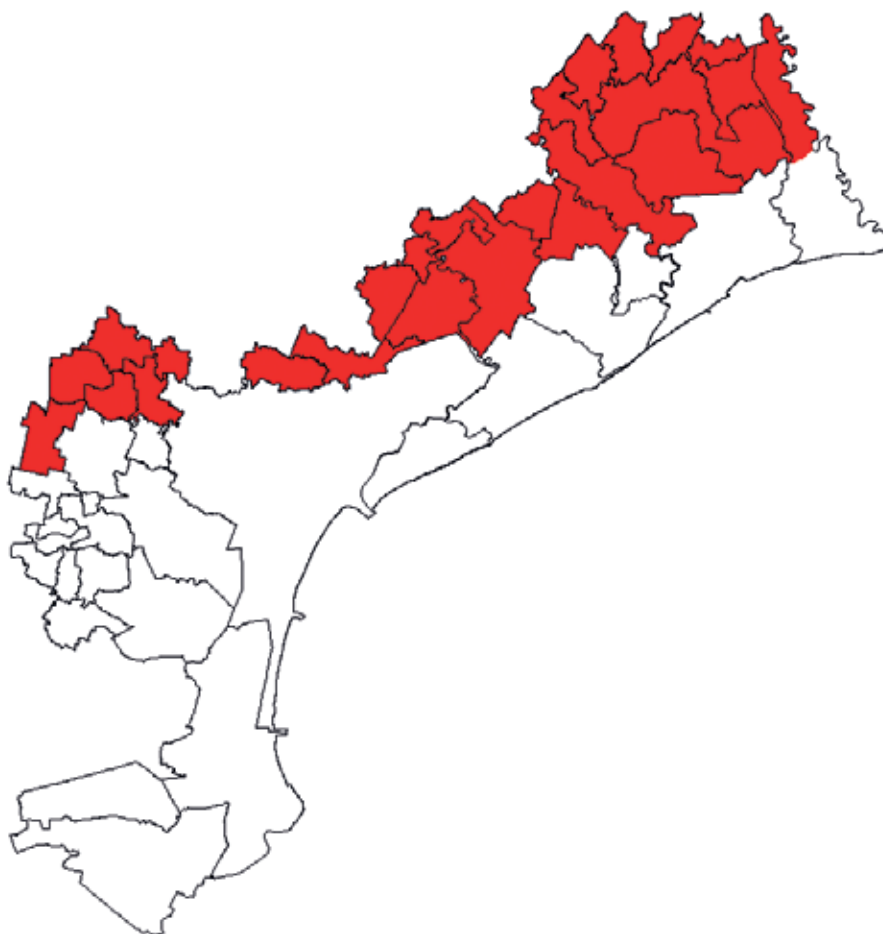


Fig. 10.7 - Comuni della provincia di Venezia ricadenti in zona 3.

Comune	Intensità macrosismica
ANNONE VENETO	7
CAMPAGNA LUPIA	< 6
CAMPOLONGO MAGGIORE	< 6
CAMPONOGARA	< 6
CAORLE	< 6
CAVARZERE	< 6
CEGGIA	< 6
CHIOGGIA	7
CINTO CAOMAGGIORE	7
CONA	< 6
CONCORDIA SAGITTARIA	< 6
DOLO	< 6
ERACLEA	< 6
FIESSO D'ARTICO	< 6
FOSSALTA DI PIAVE	< 6
FOSSALTA DI PORTOGRUARO	< 6
FOSSO'	< 6
GRUARO	7
JESOLO	7
MARCON	7
MARTELLAGO	7
MEOLO	< 6

Comune	Intensità macrosismica
MIRA	< 6
MIRANO	7
MUSILE DI PIAVE	< 6
NOALE	8
NOVENTA DI PIAVE	< 6
PIANIGA	7
PORTOGRUARO	< 6
PRAMAGGIORE	7
QUARTO D'ALTINO	7
SALZANO	7
SAN DONA' DI PIAVE	< 6
SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO	< 6
SANTA MARIA DI SALA	7
SANTO STINO DI LIVENZA	< 6
SCORZE'	7
SPINEA	7
STRA	< 6
TEGLIO VENETO	7
TORRE DI MOSTO	< 6
VENEZIA	8
VIGONOVO	< 6

Tab. 10.2 - Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Venezia.

LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DEI COMUNI IN PROVINCIA DI VENEZIA RICADENTI IN ZONA 3

† Vittorio Iliceto e Jacopo Boaga

La Provincia di Venezia ha eseguito uno studio diffuso dei comuni ricadenti in zona sismica 3. Lo studio era teso a valutare la classificazione sismica del suolo su di un punto campione del territorio comunale ed effettuare svariate misure tomografiche, atte a ricavare il periodo proprio di risonanza di sottosuolo ed edificato per costruzioni ritenute strategiche (scuole, ospedali ecc.).

Per ogni comune posto in zona 3 è stata eseguita un'indagine geofisica da superficie in grado di caratterizzare le velocità sismiche trasversali (V_s) per i primi 30 metri di sottosuolo, permettendo la classificazione sismica del punto di misura secondo il D.M. 14.01.08. È stata difatti calcolata la media pesata delle V_s per i primi 30 metri di sottosuolo calcolando il parametro $V_{s_{30}}$. In termini generali si può affermare che i territori comunali presi in esame rientrano nelle categorie di sottosuolo C (*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la*

profondità e da valori di $V_{s_{30}}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s, ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kpa nei terreni a grana fine”) e D (*“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle qualità meccaniche in profondità e da valori di $V_{s_{30}}$ inferiori ai 180 m/s, ovvero $15 < N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kpa nei terreni a grana fine”*).

Molto significative sono apparse le misure del periodo proprio di risonanza di suolo ed edifici strategici, in grado di rivelare possibili pericolose condizioni di doppia risonanza per diversi edifici strategici in ogni comune ricadente in zona 3. Questa ulteriore indagine ha quindi dimostrato l'importanza dello studio del comportamento dinamico di edifici strategici, anche se le norme in vigore si limitano molto più semplicemente a imporre la sola classificazione sismica del suolo, omettendo di fatto che questa diventa significativa solo quando su di esso si basa un edificio di particolare importanza.

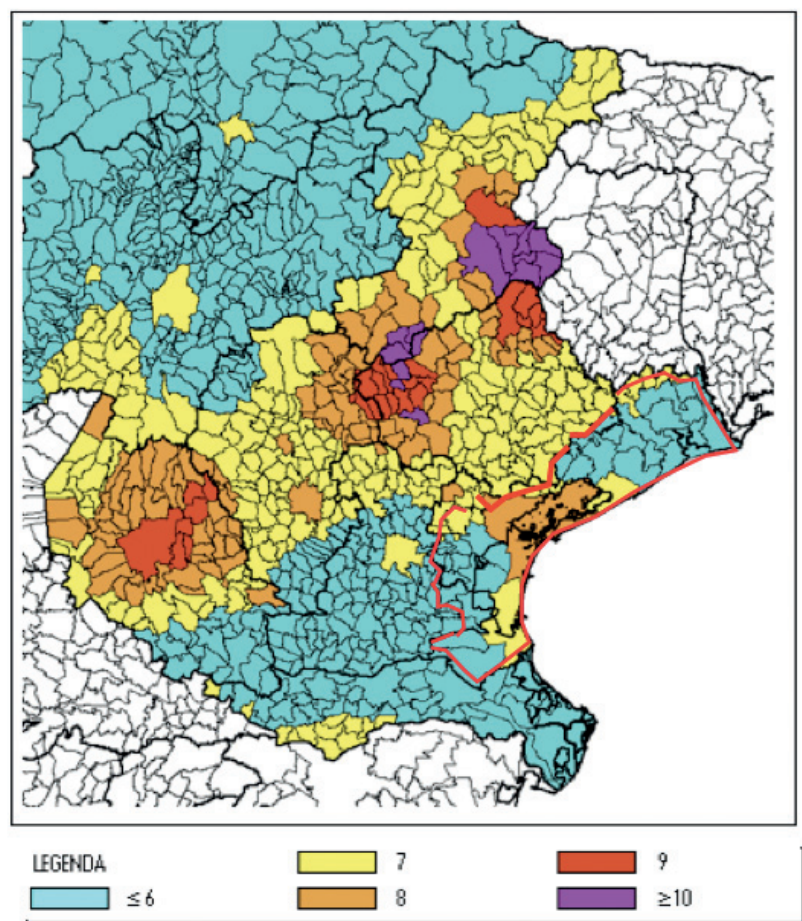


Fig. 10.8 - Massime intensità macrosimiche osservate in provincia di Venezia e nel Veneto.

Tipi di costruzione	TIPO A	Costruzioni in pietrame di campo, costruzioni rustiche, case di mattoni cotti al sole, case di creta
	TIPO B	Costruzioni di mattoni comuni, a grandi blocchi o di tipo prefabbricato; costruzioni fatte metà a legno metà a pietre; fabbricati in pietra naturale tagliata
	TIPO C	Costruzioni consolidate (cemento armato ecc.); costruzioni in legno ben costruite
Grado del danno	1°) DANNI LEGGERI: fenditure sottili nell’intonaco, caduta di piccoli pezzi di esso.	
	2°) DANNO MODERATO: piccole fenditure nelle pareti; caduta di grandi pezzi di intonaco; slittamento di tegole sui tetti; fessurazioni di comignoli con eventuali crolli parziali di essi.	
	3°) DANNI GRAVI: larghe e profonde fenditure nelle pareti interne; caduta di comignoli.	
	4°) DISTRUZIONE: crepe nei muri interni ed esterni; crollo parziale di edifici; distacco di parti dell’edificio; crollo di pareti interne e muri non maestri.	
	5°) DANNO TOTALE: crollo totale degli edifici.	

degli Autori Medvedev-Sponheuer-Karnik, è divisa in tre parti:

- una descrizione delle costruzioni suddivisa in tre parti;
- una scala che riporta in gradi la gravità dei danni causati dal terremoto;
- una scala di intensità in 12 gradi, ognuno dei

quali descrive gli effetti del terremoto sulle persone (percezione auditive e visive), sulle cose, sull’ambiente e sulle costruzioni.

Qui nel seguito si riporta il testo della scala M.S.K. relativo al V° - VI° - VII° - VIII° grado poiché di diretto interesse per i comuni del veneziano.

Conviene ricordare che i gradi, tra le scale Mercalli e

M.S.K., possono differire al massimo di $\pm 1/2$ grado. Nella scala gli aggettivi sono quantizzati come segue:

Pochi	5%
Molti	50%
La maggior parte	75%
Tutti	100%

Disposizioni della scala (attori nella descrizione del moto):

- Persone dintorni
- Strutture di tutti i tipi
- Natura

• Descrizione dei danni ascrivibili ai singoli gradi della scala MSK:

V° - Risveglio

Il terremoto è sentito da tutti quelli che si trovano all'interno di edifici, e da molti all'esterno. Gli animali si innervosiscono. Gli edifici tremano. Gli oggetti sospesi oscillano considerevolmente. I quadri sbattono contro i muri oppure si spostano. A volte si fermano gli orologi a pendolo. Gli oggetti instabili possono ribaltarsi o spostarsi. Le finestre e le porte aperte si aprono completamente e si richiudono. I liquidi spruzzano in piccole quantità dai loro contenitori aperti, quando questi sono molto pieni. La sensazione della vibrazione è simile a quella provocata dalla caduta di un oggetto pesante nell'edificio.

Sono possibili danni leggeri in costruzioni di tipo A. Talvolta c'è un cambiamento nel flusso delle fontane.

VI° - Spavento

Avvertito da molti internamente ed esternamente agli edifici. Molti si spaventano ed escono dagli edifici. Poche persone perdono l'equilibrio. Gli animali domestici scappano dalle stalle. A volte piatti e bicchieri si possono rompere e i libri possono cadere dagli scaffali. I mobili pesanti si possono muovere e i campanelli possono suonare.

Danno di grado 1° per pochi edifici di tipo B e per vari di tipo A. In pochi edifici di tipo A il danno è di grado 2°.

In pochi casi sono possibili fessure di circa 1 cm di larghezza nel terreno umido; nelle montagne ci possono essere frane, cambiamenti nel flusso delle sorgenti e nel livello dell'acqua nei pozzi.

VII° - Danni agli edifici

Molte persone si spaventano e corrono fuori dagli edifici. Molti non riescono a stare in equilibrio: la vibrazione è notata da persone al volante di automobili in movimento. Le campane suonano.

In vari edifici di tipo C il danno è di grado 1; in vari

edifici di tipo B il danno è di grado 2. Molti edifici di tipo A subiscono danni di grado 3 e pochi di grado 4. In casi particolari ci sono frane su strade inclinate; fessure nelle strade; condutture danneggiate; fessure in muri di pietra.

Si formano onde nell'acqua, e l'acqua diventa torbida e infangata. I livelli d'acqua nei pozzi e il flusso delle sorgenti cambiano. In pochi casi le sorgenti asciutte riacquistano il loro flusso e altre smettono di fluire. In certi casi, scivolano mucchi di sabbia.

VIII° - Distruzione degli edifici

Paura e panico; anche le persone alla guida di automobili sono disturbate. Qua e là si rompono e cadono rami di alberi. Anche i mobili pesanti si muovono e si ribaltano. I lampadari sono in parte danneggiati.

Molti edifici di tipo C subiscono danni di grado 2, pochi di grado 3. La maggioranza degli edifici di tipo B subisce danni di grado 3 e molti di tipo A subiscono danni di grado 4. Molti edifici di tipo C subiscono danni di grado 2. A volte si osservano: rotture di condutture; monumenti che si muovono e oscillano; pietre tombali che si rovesciano; muri di pietra che cadono.

Piccole frane in depressioni e in strade rialzate con forti pendenze. Fessure nel terreno larghe fino a vari cm. L'acqua nei laghi diventa torbida. Si formano nuovi serbatoi. I pozzi asciutti si riempiono e molti già pieni si prosciugano; in molti casi c'è un cambiamento nel flusso e livello dell'acqua.

• Descrizione dei danni ascrivibili ai singoli gradi della scala EMS:

Attualmente, in ambito comunitario, è in vigore una nuova scala sismica denominata EMS "European Macroseismic Scale" che può essere considerata un aggiornamento della M.S.K. Essa, limitata ai gradi di interesse, viene riportata sia per completezza ma sia anche in funzione del chiaro approccio schematico offerto ai vari tipi di informazioni necessari per una più esaustiva comprensione del testo della scala.

V° - Forte

Il terremoto è avvertito da molti all'interno e da pochi all'esterno di edifici. Alcuni si spaventano e corrono all'esterno. Molti si svegliano. Le persone sentono un forte scuotimento dell'intero edificio, stanza o arredamento.

Gli oggetti sospesi oscillano considerevolmente. Porcellane e bicchieri sbattono assieme. Piccoli oggetti, instabili o malfermi, si spostano o cadono. Porte e finestre si aprono o si chiudono. In pochi casi si rompono i vetri delle finestre. I liquidi spruzzano in piccole quantità dai loro contenitori aperti, quando questi sono molto pieni. Gli animali si innervosiscono.

Danni del primo grado a pochi edifici della classe di vulnerabilità A e B.

VI° - Deboli danni

Avvertito da molti internamente ed esternamente agli edifici. Molti si spaventano ed escono dagli edifici. Poche persone perdono l'equilibrio.

Piccoli oggetti normalmente stabili possono cadere. I mobili pesanti si possono muovere. A volte piatti e bicchieri si possono rompere. Gli animali domestici (anche se all'esterno) possono essere spaventati.

Danno di grado 1° per pochi edifici di classe di vulnerabilità A e B. In pochi edifici di tipo A e B il danno è di grado 2°, per pochi della classe C il danno è di grado 1°.

VII° - Danni

Molte persone sono spaventate e cercano di correre fuori. Molti hanno difficoltà di stare in piedi, specialmente ai piani alti.

L'arredamento è spostato e mobili con carichi elevati possono essere ribaltati. Oggetti in gran numero cadono dagli scaffali. L'acqua fuoriesce da contenitori, bacinelle, piscine. Molti edifici di classe di vulnerabilità A hanno danni di grado 3; pochi di grado 4. Molti edifici di classe di vulnerabilità B hanno danni di grado 2; pochi di grado 3. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità C hanno danni di grado 2. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità D hanno danni di grado 1.

VIII° - Forti danni

Molti hanno difficoltà di stare in piedi, anche all'esterno.

I mobili possono essere rovesciati. Oggetti quali TV, macchine da scrivere ecc. cadono a terra. Pietre tombali si spostano, si girano o si rovesciano. In terreni soffici si possono osservare delle onde.

Molti edifici di classe di vulnerabilità A hanno danni di grado 4; pochi di grado 5. Molti edifici di classe di vulnerabilità B hanno danni di grado 3; pochi di grado 4. Molti edifici di classe di vulnerabilità C hanno danni di grado 2; pochi di grado 3. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità D hanno danni di grado 2.

10.3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO A LIVELLO DI DISTRETTO.

La provincia di Venezia possiede una conformazione ad arco che la fa estendere molto lungo la direzione NE-SO e molto meno secondo E-O.

Questa singolarità possiede un riflesso nell'ottica sismologica poiché i territori settentrionali e centrali risultano più prossimi alle zone sismogenetiche del Friuli e del Bellunese di quanto non lo siano quelli più meridionali, semmai più vicini agli accadimenti appenninici.

Per la redazione dei piani comunali di Protezione Civile, realizzati dal Servizio Protezione Civile della Provincia con i Comuni interessati, si è ritenuto che, causa la relativa modesta estensione di un territorio comunale medio, acquisisce maggiore vigore l'affrontare la valutazione del rischio sismico su aree più significative che, nel nostro caso, sono stati i Distretti Provinciali di Protezione Civile.

La Provincia di Venezia comprende i seguenti Distretti di Protezione Civile³: portogruarese, sandonatese, veneziano, Marcon e Quarto d'Altino (che per il rischio sismico sono stati considerati assieme al veneziano, stante la loro limitata estensione territoriale), miranese, riviera del Brenta e cavarzerano - chioggio (o clodiense).

E' inoltre il caso di ricordare che la valutazione del Rischio sismico in un'area si effettua non solo attraverso un approccio tecnico-scientifico bensì d'intesa con la Comunità interessata alla quale spetta il compito di definire il livello di protezione da adottare nella difesa delle catastrofi sismiche.

Da ciò, come è noto, deriva la definizione di Rischio Sismico, come prodotto cioè della Pericolosità per la Vulnerabilità⁴.

Si definisce infatti "Pericolosità" la probabilità di occorrenza di un evento sismico, di assegnata intensità, in un determinato luogo entro un periodo di tempo prestabilito. La Pericolosità è funzione della sismicità regionale e delle condizioni fisiche locali ed è indipendente dall'ambiente costruito.

Si definisce "Vulnerabilità" il grado di danno atteso in un determinato luogo in conseguenza di un evento sismico di assegnata intensità. La vulnerabilità è pertanto dipendente dalla presenza dell'uomo e delle sue attività economiche e culturali ed è indipendente dalla severità della scossa sismica attesa. In particolare la Vulnerabilità di un insediamento è funzione di molteplici fattori quali: popolazione e sua età, tessuto fisico e sua distribuzione sul territorio, economia e mezzi di produzione, servizi sociali e comunitari, cultura e tradizione storica, ambiente artistico e naturale ecc.

Per ogni comune provinciale è possibile confrontare il dato di intensità macrosismica con la massima intensità macrosismica attribuita al comune specifico. Si ottiene in tal modo una immediata valutazione della gravità della situazione tenendo presente il livello dei danni delineato dal grado di intensità macrosismiche. Si ricordi, ad esempio, che scosse del V° e VI° grado sono ampiamente risentite dalla popolazione ma possono provocare solo danni, pur lievi, a fabbricati specie di una certa vetustà.

Direttamente sui luoghi del risentimento si deve quindi passare alla valutazione dei danni, quali soprattutto crepe in vecchie abitazioni, possibili cadute di parti decorative, orlature, comignoli ecc., ma che possono portare all'eventuale coinvolgimento di alcune persone.

³ La suddivisione in distretti di Protezione Civile è stata fatta dalla Regione Veneto, sentite le Province, con apposita D.G.R.V. Nel caso della provincia di Venezia la suddivisione ricalca sostanzialmente quella "storica", già usata per i Comprensori negli anni '70, in quanto considerata tuttora valida sia per gli aspetti fisico-territoriali che per quelli socio-economici.

⁴ Le definizioni di rischio, pericolosità e vulnerabilità sono anche trattate nei capitoli 18 "Rischio idraulico" e 19 "Rischio da mareggiata".

Come si può osservare nella Fig. 10.9, per ogni comune il Servizio Sismico Nazionale è in grado di fornire alcuni parametri di base quali:

- la massima intensità macrosismica osservata,
- il numero atteso di persone coinvolte in crolli
- il danno totale annuo atteso per patrimonio abitativo.

Queste informazioni possono essere utilizzate sia in fase di prevenzione, realizzando ad esempio opere di rinforzo, ristrutturazione, messa a norma ecc., e sia in fase di post-accadimento per un confronto e rivalutazione della vulnerabilità delle strutture presenti nel singolo territorio comunale.

In ambito comunale, qualora si sia definito un elenco o una mappa della vulnerabilità degli edifici sensibili, si potrà valutare la rispondenza fra l'informazione del Servizio Sismico Nazionale e la realtà locale, ottenendo così un rapido quadro di riferimento circa la reale portata locale dell'accadimento sismico.

Risulta quindi necessario censire tutti gli edifici sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura e di riposo, edifici pubblici di interesse strategico, ponti, insediamenti industriali e depositi ecc. valutandone il loro grado di vulnerabilità alla luce della classificazione in tipologie

delle scale sismiche MSK e EMS e delle indicazioni contenute nelle recenti ordinanze di Protezione Civile in materia di messa in sicurezza degli edifici sensibili e strategici.

Esaminiamo ora, per ciascun distretto di Protezione Civile, il rischio sismico che è stato valutato.

10.3.1. Portogruarese

Il Distretto di Portogruaro è composto dai seguenti comuni: Annone Veneto, Caorle, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza, Teglio Veneto. Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la regione Friuli - Venezia Giulia.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Annone Veneto, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza e Teglio Veneto. I rimanenti comuni sono inseriti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di circa 91.000, di cui il 30 % è concentrato nella città di Portogruaro.

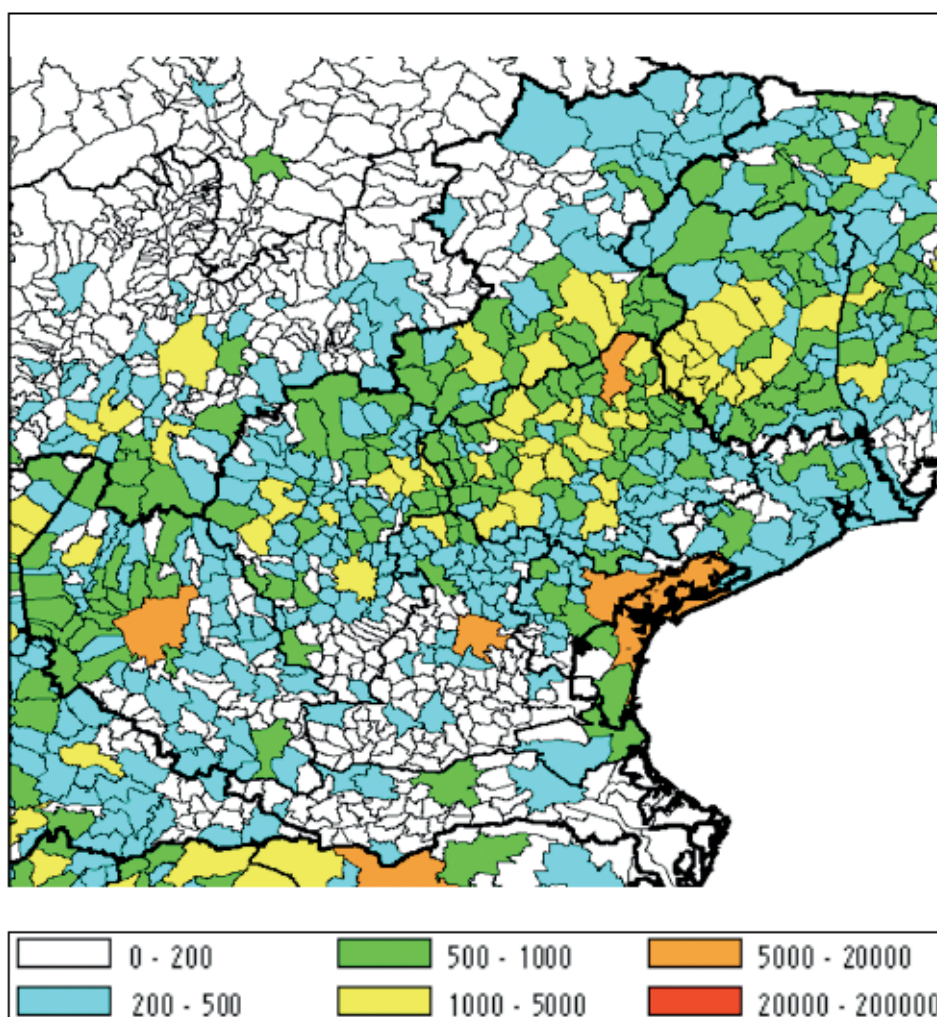


Fig. 10.9 - Danno totale annuo atteso per patrimonio abitativo per comune (metri quadri equivalenti), nel Veneto e in provincia di Venezia.

Le presenze nel 2010 nelle località balneari di Caorle e Bibione ammontano a 10,4 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del portogruarese gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda i comuni di Pramaggiore, Cinto Caomaggiore, Gruaro e Teglieto Veneto;
- la seconda i comuni Annone Veneto, Caorle, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Portogruaro, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

10.3.2. Sandonatese

Il Distretto del sandonatese è composto dai seguenti comuni: Cavallino Treporti, Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Jesolo, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave, Torre di Mosto.

Essi appartengono al settore centro-settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Treviso.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Ceggia, Fossalta di Piave, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave e Torre di Mosto. I rimanenti comuni sono inseriti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 95.000, di cui il 35 % è concentrato nella città di San Donà. Le presenze nel 2010 nelle località balneari di Cavallino, Jesolo, Eraclea ammontano a 11,7 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del sandonatese gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda i comuni di Cavallino Treporti e Jesolo;
- la seconda i comuni Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave, Torre di Mosto.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

10.3.3. Veneziano

Il veneziano è composto dai comuni di Venezia, Marcon e Quarto d'Altino.

Essi costituiscono il settore centrale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Treviso.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Marcon e Quarto d'Altino. Il comune di Venezia è inserito in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di circa 300.000, di cui oltre il 90 % è concentrato nella città di Venezia Mestre. Le presenze nel 2010 nel comune di Venezia ammontano a 9,1 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il veneziano gli scenari di rischio risultano i più impegnativi poiché per la città lagunare di Venezia la massima intensità macrosismica osservata è stata dell'VIII° grado della scala Mercalli, mentre nell'entroterra, comprendente la città di Mestre - Marghera, Marcon e Quarto d'Altino, la I_{max} è del VII° grado.

Pertanto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie, di cui la prima riguarda la città lagunare di Venezia, la seconda i comuni di Marcon, Quarto d'Altino e l'entroterra Mestre-Marghera.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto l'VIII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

10.3.4. Miranese

Il Distretto del miranese è composto dai seguenti comuni: Mirano, Scorzé, Noale, Santa Maria di Sala, Martellago, Spinea, Salzano.

Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con le province di Treviso e Padova.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Martellago, Noale, Santa Maria di Sala, Scorzé e Salzano. I due rimanenti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 126.000 di cui il 60 % è concentrato nei comuni a elevata concentrazione di Mirano, Noale e Scorzé.

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del Distretto del miranese gli scenari di rischio risultano i più impegnativi poiché per Noale la massima intensità macrosismica osservata è stata dell'VIII° grado della scala Mercalli, mentre per i restanti comuni la I_{max} è del VII° grado.

Pertanto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui la prima riguarda la Città di Noale e la seconda i comuni di Mirano, Scorzé, Santa Maria di Sala, Martellago, Spinea e Salzano.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto l'VIII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

10.3.5. Riviera del Brenta

Il Distretto della riviera del Brenta è composto dai seguenti comuni: Dolo, Mira, Fiesso d'Artico, Stra, Fossò, Vigonovo, Campagna Lupia, Camponogara, Campolongo Maggiore, Pianiga.

Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Padova.

Nessuno di essi è proposto per la classificazione di zona 3.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 110.000 di cui il 30 % è concentrato a Mira.

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio della riviera del Brenta gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda il comune di Pianiga;
- la seconda tutti i rimanenti comuni.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

10.3.6. Cavarzerano - Chioggiotto

Il cavarzerano - chioggiotto (o clodiense) è composto dai comuni di Chioggia, Cavarzere e Cona.

Essi costituiscono il settore più meridionale della provincia di Venezia e confinano con le province di Padova e Rovigo.

Nessuno di essi è proposto per la classificazione di zona 3.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 70.000, di cui oltre il 70 % è concentrato nella città di Chioggia - Sottomarina. Le presenze nel 2010 nel comune di Chioggia ammontano a 2,1 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del cavarzerano - chioggiotto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie, di cui la prima riguarda il comune di Chioggia e la seconda i comuni di Cavarzere e Cona.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli; il secondo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VI° grado della Scala Mercalli.

10.4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La classificazione sismica del territorio nazionale rappresenta già un preciso riferimento nell'ambito

della pianificazione del territorio suddividendolo in quattro categorie a diversa pericolosità sismica. La proposta di revisione ha impegnato per lunghi anni i ricercatori degli enti pubblici italiani e vede oggi un valore normativo con l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Il quadro di riferimento nazionale è il punto di partenza per studi e indagini sia a livello regionale, se non già disponibili, che per ambiti più ristretti quali provinciali, comunali o intercomunali o ancor più ridotti qualora l'importanza dell'opera lo richieda. Non è pensabile, infatti, condurre lo studio della sismicità di un'area senza avere il riferimento generale circa la situazione sismogenetica regionale o la natura degli effetti locali, che solo indagini geologico - geofisiche e sismologiche sono in grado di delineare almeno in termini essenziali. Come si è potuto constatare durante l'*excursus* legislativo, le attuali norme non prescrivono chiaramente lo studio del sottosuolo e dei fenomeni sismici incombenti. Tali norme sono sempre viste in funzione dell'edificabile senza premettere che la sua ubicazione deve tener conto delle pericolosità sismica dell'area. Argomenti quali la definizione di terremoto di progetto, direzione delle componenti orizzontali delle accelerazioni, spettro di risposta sono esempi di punti che devono essere chiariti nella normativa alla luce delle nuove conoscenze e dei metodi di indagine del terreno.

Le numerose esperienze di studio maturate hanno dimostrato come la tendenza di alcune zone ad amplificare le onde sismiche sia uno dei fattori che non può essere ignorato da chi è preposto alla pianificazione e alla salvaguardia del territorio. Ciò è di fondamentale importanza sia per valutare la capacità di resistere alle sollecitazioni sismiche per le strutture già esistenti, sia per un'adeguata progettazione antisismica per le strutture di nuova realizzazione.

Si può intuire come un corretto approccio alla mitigazione del rischio sismico debba essere multidisciplinare.

Un primo sostanziale contributo può venire dalla ricerca sui terremoti storici grazie all'abbondante mole di informazioni contenuta negli archivi delle nostre antiche città. Lo studio della geologia urbana⁵ e la raccolta dei dati geologici⁶ e geotecnici consente di ricostruire le geometrie dei corpi sepolti e le proprietà elastiche e anelastiche dei terreni che controllano la distribuzione dell'energia sismica in superficie durante i terremoti. Quando queste informazioni sono sufficientemente dettagliate, le simulazioni numeriche sono in grado di evidenziare le zone dove gli effetti possono essere particolarmente violenti.

⁵ Si ricorda in particolare su questo argomento che la Provincia, assieme alla Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), ha organizzato il convegno "Geologia urbana di Venezia" (24.11.2006), i cui Atti racchiudono interessanti relazioni, utili anche per la conoscenza del rischio sismico di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2006).

⁶ Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la Tav. 7.

La registrazione di eventi sismici in area urbana, anche se di magnitudo medio - bassa, rappresenta poi uno strumento molto affidabile, sia per finalità diagnostiche che per la calibrazione dei modelli fisico - matematici. Le competenze ingegneristiche sono, infine, determinanti per la valutazione della vulnerabilità degli edifici e per la descrizione di idonee vie sicure di fuga dall'evento calamitoso, nonché per la gestione degli interventi⁷.

Un punto importante, previsto sin dalla legge n° 64/1974, è che l'aggiornamento delle norme tecniche può prevedere anche la revisione della classificazione sismica e l'introduzione di nuove norme senza necessità di modificare la legge. E' opportuno, quindi, rivedere le norme nell'ottica della zonazione sismica: lavoro non così arduo poiché, come si è visto, molti dei fattori pertinenti alla zonazione sismica sono già contemplati dalle diverse norme nazionali e regionali. Una normativa specifica per la realizzazione della zonazione sismica, ad esempio a scala comunale o intercomunale, non richiederebbe l'introduzione *ex novo* di particolari studi, ma solo l'estensione a scale più adeguate di quanto già a vario titolo richiesto dalle norme esistenti, e la predisposizione di linee guida, che pur tenendo conto delle peculiarità delle varie zone, indichino gli studi e le indagini minimali, ma sufficienti, per garantire maggiormente l'incolumità pubblica, compatibilmente con lo stato delle conoscenze tecnico - scientifiche attuali.

L'efficacia della protezione dal rischio si inizia col lavoro di prevenzione che, nel caso del rischio sismico, si identifica con l'arte del ben costruire nelle zone meno vulnerabili e conosciute nel loro comportamento sotto le azioni sismiche. Le più recenti leggi nazionali e regionali (ad esempio il D.Lgs. n° 334/99, detto "Seveso 2", e la L.R.V. n° 11/01) condizionano esplicitamente i criteri di pianificazione e urbanizzazione con l'attuazione delle procedure di salvaguardia.

Pertanto la pianificazione del territorio, a qualunque livello, non può più transigere dalla necessità di armonizzare le esigenze sociali (piani regolatori) con quelle della sicurezza dei siti e degli edifici e, in caso di calamità, delle esigenze dell'intervento delle Autorità preposte.

Il corpo legislativo che regola le necessità dello sviluppo e dell'utilizzo del territorio, specificatamente ancor più in zona sismica, si sviluppa, sia a livello nazionale che regionale, secondo tre direttrici, non sempre convergenti e interdipendenti, relative alla pianificazione territoriale, alla normativa sismica e alla protezione civile.

Ciò è in buona parte derivato da una visione delle problematiche del territorio e del tessuto sociale che ha privilegiato scelte di settore tecnico o politico - amministrative; la tendenza attuale è auspicabilmente quella di una convergenza culturale verso concetti universali quali la prevenzione e previsione non

solo delle calamità, ma anche della pianificazione e gestione di ogni risorsa.

In via di principio, la conoscenza dei rischi incombenti sul territorio comporterebbe necessariamente la predisposizione o la revisione automatica dei piani urbanistici esistenti e redatti in epoche in cui le tematiche e ambientali e di protezione civile non emergevano così chiaramente dal contesto degli interessi, a volte opposti o contrastanti, che generalmente hanno determinato la conformazione degli strumenti urbanistici.

Scopi degli studi eseguiti sono stati quindi anche quelli di analizzare le azioni previste dalla normativa vigente in materia di difesa dai terremoti per consentire di tradurle, con l'ausilio delle conoscenze specialistiche sviluppatesi in modo significativo negli ultimi anni, in criteri aggiornati di zonazione sismica e in effettive operazioni tecnico-scientifiche di tipo geologico-geofisico.

Considerato che anche le leggi e le norme di settore iniziano ora a introdurre collegamenti diretti fra rischi e pianificazione territoriale⁸, la zonazione sismica deve, a nostro avviso, diventare un obiettivo comune della pianificazione del territorio.

Si auspica quindi che anche al rischio sismico, oltre ad esempio a quello industriale, venga prestata la dovuta attenzione sia dal settore della Pianificazione, sia da quello degli interventi.

⁷ In proposito si segnala che la Provincia, redigendo i piani comunali di Protezione Civile assieme alla maggior parte dei Comuni provinciali, ha tra l'altro anche dato concrete indicazioni sulle vie di fuga e sui vari tipi di aree di Protezione Civile (ammassamento, attesa, ricovero).

⁸ La L.R.V. n° 11/01 prevede infatti all'art. 107, c. 2, che "Le indicazioni o le prescrizioni in materia di assetto del territorio e di uso del suolo contenute negli strumenti di pianificazione provinciale di protezione civile costituiscono elementi vincolanti di analisi per la predisposizione e l'aggiornamento dei piani territoriali provinciali (PTP) e degli altri piani di settore di livello provinciale". Ciò vale, analogamente, per i Comuni (art. 109, c. 2) e per la Regione Veneto (art. 104, c. 1). Si tratta di un principio sacrosanto e innovatore, anche se avvenuto in forte ritardo.