



Assessorato al Territorio

Settore Programmazione e Pianificazione Territoriale,
Urbanistica Operativa, Mobilità e Viabilità

Servizio Programmazione e Pianificazione Territoriale
Ufficio Piani Urbanistici

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

PIANO DELLE REGOLE

C12	Componente geologica, idrogeologica e sismica
	PARTE SISMICA Relazione Tecnica e Indicazioni Normative
	aggiornamento: ottobre 2007

Sindaco Marco Maria Mariani	Assessore al Territorio Paolo Romani	Segretario Generale Dott.ssa Ileana Musicò	Direttore di Settore Arch. Mauro Ronzoni
---------------------------------------	--	--	--

Coordinamento Generale e Documento di Piano: Arch. Massimo Giuliani
Coordinamento di Piano dei Servizi, Piano delle Regole e Norme di PGT: Arch. Roberto Almagioni, Arch. Carlo Gerosa
Valutazione Ambientale Strategica: Ing. Marco Pompilio
Revisione giuridica: Avv. Prof. Giuseppe Franco Ferrari
Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (parte geologica e sismica): REA s.c.r.l. (Dott. Geol. D. D'Alessio)
Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (parte idraulica): Ing. F. Gianoli, Ing. M. Schena
P.U.G.S.S.: Studio ambientale (Dott. Geol. N. Bosco)

Allegati al P.G.T.
Consulenze:
Piano Urbano del Commercio: Arch. A. Patrizio, Arch. V. Lorenzelli
Norme di Urbanistica Commerciale: Prassicoop, R. Cavalli
Piano Energetico Comunale: Dott. L. Andreoli

Ufficio Piani Urbanistici
Collaboratori tecnici:
Arch. Francesca Corbetta, Arch. Angela Cortini, Ing. Chiara Della Rossa,
Arch. Enzo Dottini, Arch. Andrea Giambarda, Arch. Gianluca Marangoni,
Arch. Giuseppe Palmati, Arch. Stefania Zamberlan, Dott. Ivana Pederiva
Geom. Massimo Monguzzi
Altri collaboratori:
Natalia Colombo, Maria Meregalli, Emilia Pesenti, Patrizia Sacchetti

Indice

1	Premessa.....	3
2	Quadro normativo	4
3	Analisi della sismicità del territorio	5
3.1	1° livello di approfondimento.....	7
3.2	2° livello di approfondimento.....	8
3.3	3° livello di approfondimento.....	8
4	Costruzione della carta	10
5	La Carta della pericolosità sismica locale (PSL).....	15
6	Indicazioni normative	20

Allegati

Tavola 1: Pericolosità sismica locale (scala 1:5.000)

1 Premessa

Il presente studio, che ha per scopo l'aggiornamento dello studio geologico rispetto alla componente sismica, è stato redatto su incarico del Dirigente del Settore Programmazione e Pianificazione Territoriale del Comune di Monza (determinazione n. 564 del 10 marzo 2006);. Tale aggiornamento comporta la produzione della Carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL) e di un documento normativo contenente le prescrizioni e le indicazioni progettuali e di gestione territoriale.

La carta dovrà essere sovrapposta, con apposita retinatura, alla Carta di Fattibilità geologica delle Azioni di Piano, già prodotta ai sensi della DGR 7/6645 del 29 ottobre 2001 (si veda "Indagini geologico ambientali a supporto della redazione del P.R.G. della Città di Monza", società cooperativa rea – incarico affidato con delibera della Giunta Comunale n. 348 del 20 marzo 2003) nell'ottobre 2003 e aggiornata nel settembre 2005.

2 Quadro normativo

In seguito all'entrata in vigore della legge 12/2005 sui Piani di Governo del Territorio la Regione Lombardia ha emanato, con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, i nuovi "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12."

I nuovi criteri forniscono le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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"). Tale ordinanza prevede la riclassificazione sismica del territorio nazionale, e dispone che le Regioni provvedano "ai sensi dell'art. 94, comma 2, lettera a), del decreto legislativo n. 112 del 1998, e sulla base dei criteri generali di cui all'allegato 1, all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche" (art. 2).

In particolare l'ordinanza istituisce, rispetto alla classificazione sismica precedente, una zona sismica 4, che comprende tutti i territori precedentemente esclusi dalla classificazione sismica; in tali territori, a rischio sismico molto basso, "è lasciata facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica". La Regione Lombardia recepisce la classificazione sismica proposta nell'Ordinanza 3274/03 con DGR 7 novembre 2003 n. 7/14964, nella quale si è deliberato di "disporre che nella zona 4 le norme tecniche di cui all'Ordinanza si applichino obbligatoriamente ai soli edifici strategici ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile e per gli edifici e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso" (punto 3). La successiva d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 (Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003) nell'Allegato A definisce gli edifici e le opere strategiche e rilevanti.

Infine il D.M. 14 settembre 2005 (Norme tecniche per le costruzioni) fornisce le indicazioni per la progettazione e la verifica di nuove strutture secondo criteri antisismici

La classificazione sismica della Regione Lombardia vede quindi 41 Comuni ricadenti in zona sismica 2 (la maggior parte dei quali ubicati in provincia di Brescia), 238 in zona 3 e 1267 in zona 4.

Il territorio del comune di Monza è attualmente inserito in zona sismica 4.

3 Analisi della sismicità del territorio

I criteri per la predisposizione dell'analisi del rischio sismico nel Piano di Governo del Territorio sono attualmente definiti dall'Allegato 5 alla D.G.R. 8/1566. In particolare vengono analizzate le condizioni locali (funzione della situazione geologica e geomorfologica di un'area), che possono influenzare la pericolosità sismica di base, variando, anche in modo notevole, la risposta di un terreno alle sollecitazioni sismiche previste.

La risposta sismica locale, essendo funzione del comportamento dinamico del terreno, necessita di una approfondita conoscenza della situazione locale del sottosuolo, che per Monza è resa possibile dalla esistenza di una banca dati, strutturata secondo i criteri previsti dal Progetto CARG (Cartografia geologica d'Italia), e predisposta per la redazione dello Studio della componente geologica e ambientale del territorio comunale. Tale Banca Dati aveva già permesso l'individuazione e la definizione territoriale di alcune problematiche relative ai terreni di fondazione del territorio comunale.

In particolare l'analisi del rischio sismico prevede la redazione della carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL) che costituisce il 1° livello di approfondimento della componente sismica territoriale.

Tale carta, per il territorio di Monza, è stata redatta a partire dalle informazioni di carattere litologico e geotecnico utilizzate per l'approntamento della carta geolitologica contenuta nell'Indagine geologico ambientale, integrate da dati di tipo morfologico (scarpate dei terrazzi morfologici) e di alterazione antropica dei terreni (riporti di materiale).

I 3 livelli di approfondimento richiesti dall'Allegato 5 della DGR 8/1566, i percorsi e i dati necessari sono sintetizzati in Tabella 1:

In particolare nei territori comunali classificati come Zona sismica 4 (cioè quelli che presentano il minor grado di rischio sismico e che precedentemente alla Ordinanza 3274 del 20/03/03 erano esclusi dalla zonazione perchè ritenuti non sismici), ai quali appartiene il Comune di Monza, la normativa regionale prevede l'applicazione dei 3 livelli di approfondimento secondo lo schema di Tabella 2:

Tabella 1: diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine

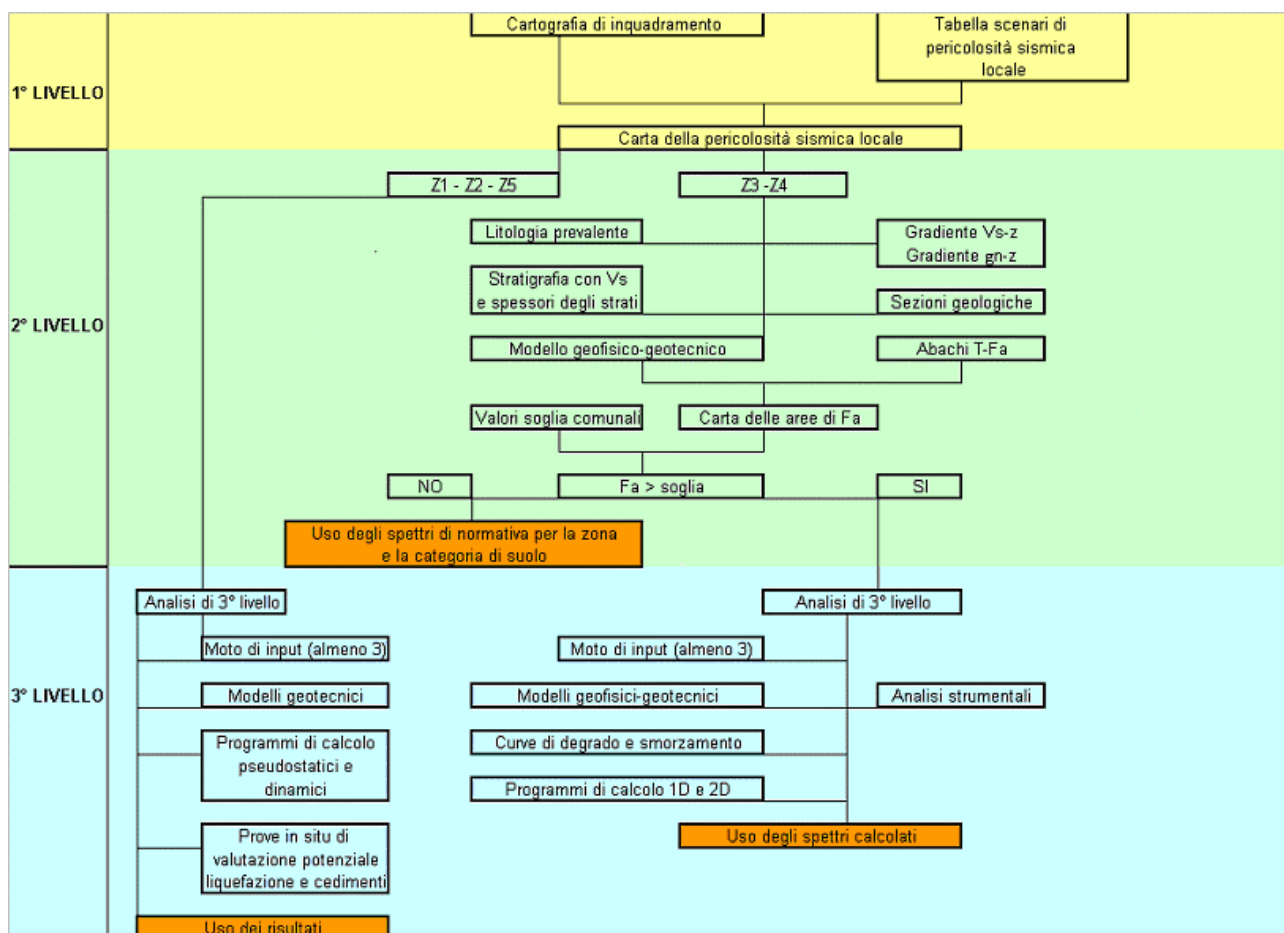


Tabella 2

	livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale proposto dalla Regione - nelle zone PSL Z1, Z2, e Z5 per edifici strategici e rilevanti

Ne consegue che il secondo e il terzo livello di approfondimento per il Comune di Monza sono obbligatori solo per edifici strategici e rilevanti; i criteri di passaggio da un livello ad uno più approfondito sono definiti dalla normativa regionale e sono di seguito riassunti.

3.1 1° livello di approfondimento

La Carta di Pericolosità Sismica Locale permette di individuare zone omogenee per effetti sismici locali. Tali effetti sono suddivisi in due grandi gruppi, quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli che generano instabilità.

Effetti di instabilità: sono propri di terreni che presentano comportamento instabile alle sollecitazioni sismiche e consistono in veri e propri fenomeni di instabilità quali frane e crolli. Nel caso di particolari strutture sotterranee (faglie, contatti stratigrafici e tettonici) possono riscontrarsi movimenti relativi verticali e orizzontali tra porzioni areali diverse, che si traducono in scorrimenti e cedimenti differenziali delle infrastrutture. In presenza di strutture carsiche o, come nel caso di Monza, in presenza di particolari strutture vucolari (occhi pollini), possono manifestarsi fenomeni di subsidenza anche marcati, mentre per terreni scadenti dal punto di vista delle caratteristiche fisico meccaniche, sono possibili fenomeni di cedimento.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano i terreni che, al contrario dei precedenti, presentano comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, e riguardano l'insieme delle modifiche che un moto sismico, relativo ad una formazione di base (bedrock), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastante. Si distinguono in **effetti di amplificazione topografica**, legati alla presenza di morfologie superficiali che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche (per esempio creste) e **effetti di amplificazione litologica**, dovuti alla presenza di morfologie sepolte e/o particolari successioni stratigrafiche che possono generare fenomeni di esaltazione delle azioni sismiche e di risonanza delle stesse.

La Carta di Pericolosità Sismica Locale è pertanto frutto di uno studio generalizzato sull'intero territorio comunale, e definisce arealmente gli effetti sismici secondo lo schema riportato in Tabella 3.

Tabella 3: effetti sismici presunti in relazione alla situazione litologica e morfologica locale

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

3.2 2° livello di approfondimento

La normativa regionale (DGR 8/1566) prevede, per i territori classificati in zona sismica 4, il passaggio al secondo livello di approfondimento solo nelle zone classificate come Z3 e Z4 (dove sono previsti rispettivamente fenomeni di instabilità e amplificazioni litologiche e geometriche). Inoltre tale approfondimento è obbligatorio esclusivamente nel caso in cui sia prevista la costruzione di edifici strategici e rilevanti ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03, mentre è facoltà delle Amministrazioni comunali estendere tale livello di approfondimento anche al caso di altre categorie di edifici. In particolare questa valutazione discrezionale riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

Il secondo livello di approfondimento prevede un approccio semiquantitativo e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa). Tale fattore viene stimato in funzione degli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s, che sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più frequenti sul territorio regionale (il primo intervallo si riferisce a strutture basse, regolari e relativamente rigide, mentre il secondo è proprio di strutture alte e flessibili).

La normativa regionale fornisce alcune schede interpretative per gli effetti morfologici (creste o scarpate morfologiche) e per gli effetti litologici; in entrambi i casi occorre valutare in sito la velocità delle onde s (Vs), attraverso prove dirette o indirette.

Il fattore di amplificazione Fa ottenuto deve essere confrontato con un parametro di analogo significato (valore soglia) calcolato per ciascun comune, per varie categorie di terreno di fondazione e per i due intervalli di periodo. Nel caso in cui Fa sia inferiore o uguale al valore soglia corrispondente, la normativa regionale è considerata sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica o geometrica del sito; si applica pertanto lo spettro previsto dalla normativa e l'area rientra in classe di pericolosità H1.

Nel caso in cui Fa sia superiore al valore soglia corrispondente, la normativa regionale è considerata insufficiente. Sono quindi necessarie analisi più approfondite, che dovranno essere eseguite in fase di progettazione edilizia. Queste aree andranno quindi sottoposte agli approfondimenti di 3° livello e rientrano in classe di pericolosità H2.

3.3 3° livello di approfondimento

Gli approfondimenti di 3° livello si applicano, a differenza dei precedenti, direttamente al progetto, e sono finalizzati ad ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità sismica.

Per i territori ricadenti in zona sismica 4 l'analisi di 3° livello si applica, nelle aree caratterizzate da instabilità (Z1), da cedimenti o liquefazioni (Z2) e da comportamenti differenziali (Z5); nel caso di amplificazioni topografiche, litologiche e geometriche (Z3 e Z4), l'analisi di 3° livello viene sviluppata solo se il Fattore di amplificazione Fa risulta superiore al valore soglia calcolato.

Per le zone 4 gli approfondimenti di 3° livello si applicano solo nel caso di edifici e opere strategiche o rilevanti, sociali essenziali, e di progetti che prevedono affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.

Il 3° livello prevede un'analisi dettagliata quantitativa della situazione in loco e la costruzione di modelli secondo i criteri contenuti nell'Allegato 5 alla DGR 8/1566.

La Tabella 4 riporta in sintesi la classe di pericolosità da attribuire a seconda dello scenario di pericolosità sismica locale, e il livello di approfondimento da raggiungere per quando riguarda gli studi della componente sismica territoriale.

Tabella 4

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	H2 – livello di approfondimento 3°
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

4 Costruzione della carta

Attraverso lo schema predisposto dalla Regione Lombardia (tabella 2) è possibile attribuire ad aree con caratteristiche litologiche e geotecniche note, una ipotesi di effetti conseguenti all'evento sismico, direttamente correlati alle caratteristiche locali del substrato.

Il modello predisposto dalla Regione Lombardia e presentato nell'Allegato 5 della DGR 8/1566 è relativo a categorie di terreni ampie e piuttosto comuni, e non esaurisce tutta la casistica delle possibili situazioni problematiche, conosciute e approfondite generalmente solo a livello locale. Per questo, il modello lascia ampi margini di interpretazione al momento dell'attribuzione di uno dei possibili scenari di pericolosità sismica locale alle zone omogenee individuate, permettendo valutazioni a favore di un innalzamento del livello di sicurezza.

Nel caso del territorio monzese l'attribuzione di porzioni di territorio a diversi scenari di pericolosità sismica si è basata sulla conoscenza della geologia del substrato e delle caratteristiche tecniche e di risposta ai carichi dello stesso. Come già ricordato tale conoscenza è tanto più approfondita in quanto è stata prodotta, per lo studio geologico ambientale del territorio comunale, una banca dati, costruita con i criteri utilizzati dal Progetto CARG per la raccolta dei dati geologici puntuali, nella quale sono state raccolte le informazioni relative alle prove geotecniche, ai sondaggi e ad altre prove e misure effettuate sul territorio comunale.

La situazione geologica del territorio comunale è schematizzata nella Figura 1; la legenda evidenzia gli elementi che caratterizzano i materiali del substrato e che sono stati utilizzati per individuare lo scenario di pericolosità sismica al quale attribuire una data porzione del territorio.

Nel territorio di Monza non sono stati individuati elementi morfologici aventi caratteristiche tali da indurre amplificazioni topografiche o morfologiche (scarpate con altezza superiore ai 10 m e creste); come pure non sono presenti aree instabili o soggette a frana. Le scarpate dei terrazzi morfologici più importanti, in particolare la scarpata che raccorda la superficie principale della pianura (Pleistocene sup.) al fondovalle del Lambro all'interno del Parco Reale e quella tra la stessa superficie della pianura e il terrazzo ad essa superiore (Pleistocene medio-sup) sempre nel Parco Reale di fatto non presentano i caratteri necessari per ricadere nello scenario Z3.

Come precedentemente accennato, lo schema proposto dall'Allegato 5 della DGR 8/1566 non esaurisce la casistica di "situazioni tipo" riscontrabili sul territorio, e lascia ampi margini di interpretazione. In fase di redazione della Carta di Pericolosità Sismica Locale, in assenza di altri studi effettuati in situazioni analoghe a quella di Monza, si è scelta generalmente una interpretazione dei dati che favorisse la sicurezza del territorio; inoltre, in alcune situazioni, data la presenza di substrati particolarmente problematici o aventi caratteri tali da poter essere attribuiti indifferentemente a due scenari diversi, sono state attribuite alla stessa porzione di territorio le due sigle corrispondenti, segnalando entrambi gli effetti prevedibili.

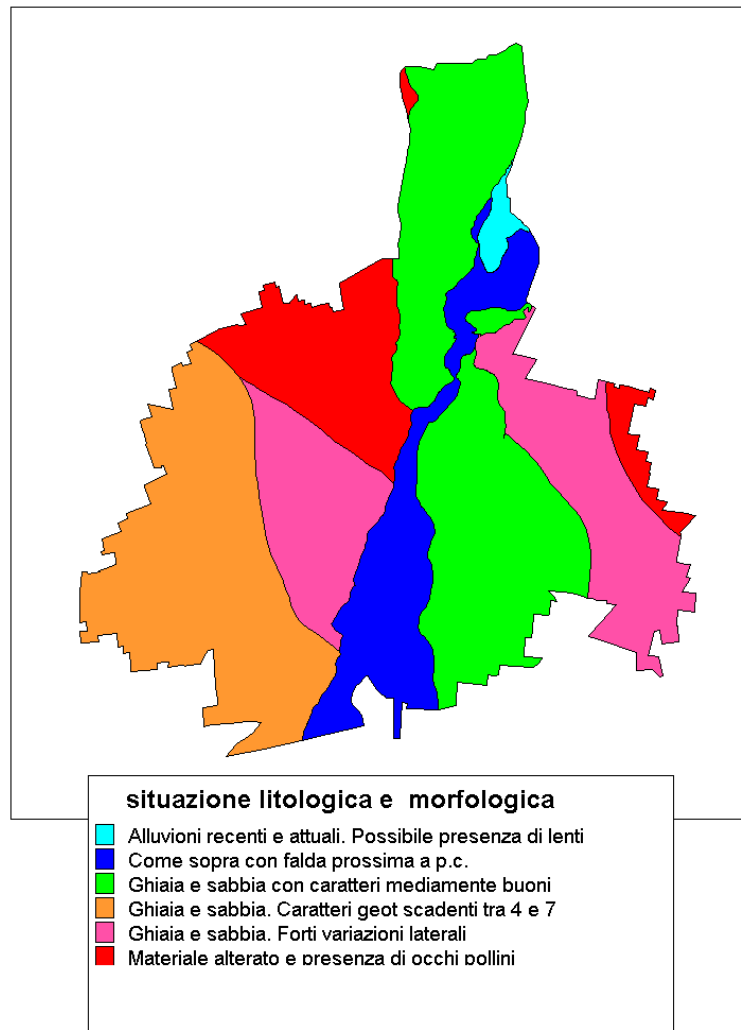


Figura 1

Tutte le superfici del territorio comunale sono state quindi attribuite ad uno scenario di pericolosità sismica locale, pur nella consapevolezza che, fino ad ora, non esistono riscontri che lascino supporre risposte sismiche particolari da parte del territorio monzese.

I criteri che sono stati seguiti per l'attribuzione della Pericolosità sismica Locale alle varie superfici sono descritti di seguito; l'ubicazione e la distribuzione delle aree è illustrata nella Figura 1

Fondovalle attuale del Lambro: si tratta di superfici a depositi alluvionali generalmente granulari, con presenza locale di lenti di materiale più fine. Sono state attribuite agli scenari Z4a (colore azzurro o blu)

Livello Fondamentale della Pianura (terrazzo Pleistocene sup): queste superfici, costituite tutte da depositi fluvio-glaciali (ghiaie e sabbie), presentano situazioni diverse dal punto di vista dei caratteri geotecnici. Sono state distinte le seguenti situazioni:

superfici del Parco Reale e della zona ad est di Monza (colore verde in Figura 1), senza particolari problematiche geotecniche o alternanze granulometriche tali da

ipotizzare comportamenti differenziali. Sono state considerate come “Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi” (Sigla Z4a), per le quali lo schema predisposto dalla Regione Lombardia prevede amplificazioni litologiche e geometriche, come effetti locali di un sisma.

Superfici occidentali del territorio comunale (zona di S. Fruttuoso, viale Lombardia); colore arancio. Presentano caratteri geotecnici scadenti tra 4 e 7 m da piano campagna; la resistenza alla penetrazione è bassa, ma non si riscontrano occhi pollini. E' stato ipotizzato uno scenario Z2 o Z4.

Superfici centrali e orientali con forti variazioni laterali nei caratteri geotecnici (colore fucsia). Le prove geotecniche effettuate su questi terreni rivelano la presenza locale di tasche e lenti di materiale poco addensato interposto a orizzonti cementati. Queste superfici sono state pertanto inserite nello scenario Z5 (“Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse”), per il quale sono previsti, come risposta al sisma di progetto, comportamenti differenziali.

Superfici riconducibili alle superfici terrazzate superiori (Pleistocenen medio-sup): sono indicate in rosso nella Figura 1 e sono costituite da materiale di origine alluvionale (ghiaie e sabbie) alterato, con copertura di limi sabbiosi eolici. Costituiscono il terrazzo della Villa Reale, ma si rinvengono anche nelle zone limitrofe, ricoperti da materiale deposto più recentemente, e nella parte orientale del territorio. Questi terreni sono caratterizzati da cavità di dimensioni variabili (da pochi centimetri a metri), che possono indurre cedimenti differenziali nelle strutture. Possono essere attribuiti allo scenario Z2 (“Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti”), ma presentano anche caratteri propri dello scenario Z4a o Z4d (depositi alluvionali granulari, argille residuali).

Gli effetti prevedibili sul territorio, in funzione dell'attribuzione delle superfici agli scenari indicati dalla Regione Lombardia, sono illustrati nella Figura 2,

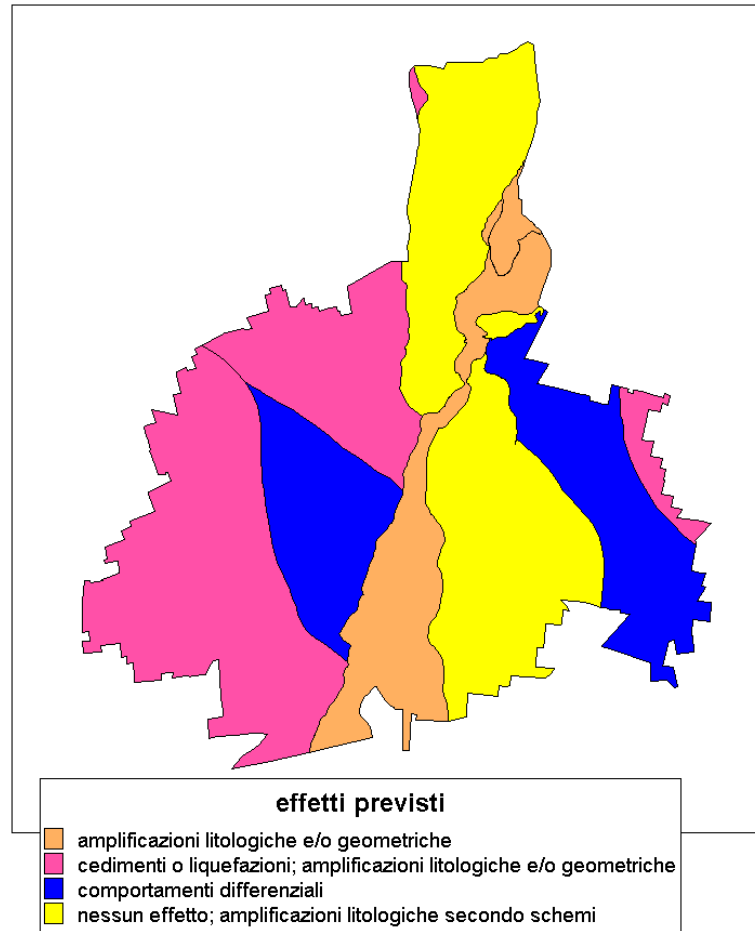


Figura 2

Situazioni differenti rispetto a quelle finora descritte sono relative alle aree in cui sono presenti cave e riempimenti (talvolta discariche). La distribuzione di tali aree è ripresa dal già citato Studio geologico ambientale del territorio comunale, nel quale sono state ricostruite le aree di cava storica, le discariche e tutte le zone in cui documenti e testimonianze hanno evidenziato la presenza di materiale estraneo spesso riportato per colmare preesistenti cavità. Le aree individuate sono rappresentate nella Figura 3 e sono state sovrapposte graficamente alla carta precedentemente ottenuta.

Tutte queste superfici sono state attribuite allo scenario Z2 (terreni con caratteristiche scadenti), considerando in questo modo il riporto come materiale poco addensato; questa attribuzione, sebbene non sempre verificabile, è sicuramente cautelativa rispetto alla risposta sismica effettiva. Trattandosi di terreni non depositi naturalmente, si ritiene utile, per interventi in queste aree, un approfondimento di 3° livello.

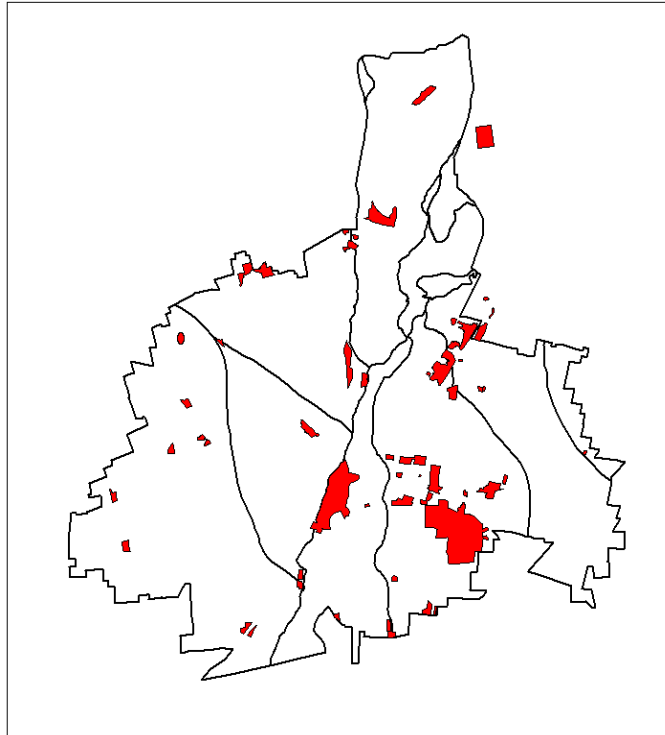


Figura 3

La Figura 4 sintetizza la distribuzione degli scenari di Pericolosità sismica locale (PSL) nel territorio del Comune di Monza. Si fa presente la doppia attribuzione nel caso dei terrazzi rissiani e delle aree più occidentali.

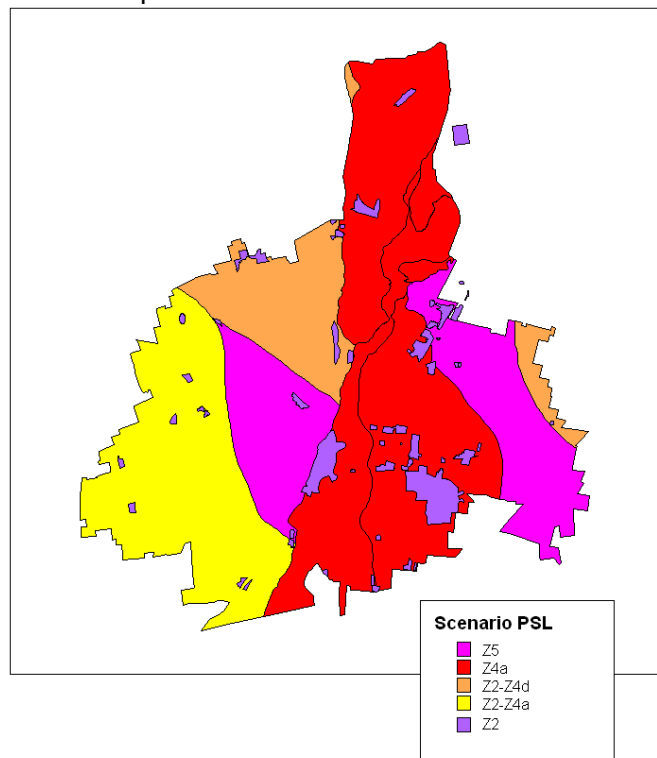


Figura 4

5 La Carta della pericolosità sismica locale (PSL)

La Carta di pericolosità sismica locale e le relative prescrizioni sono state ottenute assegnando alle aree precedentemente attribuite ad uno scenario di pericolosità sismica locale, la relativa classe di pericolosità sismica e il livello di approfondimento richiesto, così come proposto dalla regione Lombardia nella tabella contenuta nell'Allegato 5 della DGR 8/1566 e riportata nella presente relazione come Tabella 4.

La situazione del territorio monzese è descritta nella Figura 5; in particolare risulta che quasi la metà del territorio comunale è soggetta ad approfondimenti di 2° livello, mentre il 25% circa richiede direttamente il passaggio ad approfondimenti di 3° livello. Le restanti aree presentano substrati che potrebbero non rientrare negli scenari di pericolosità sismica locale previsti dalla Regione Lombardia, e che quindi potrebbero non necessitare di indagini volte a definire la risposta sismica locale. Per questi terreni è stato ritenuto opportuno fornire una serie di indicazioni che permettano di eseguire gli approfondimenti adeguati per definire localmente i caratteri geotecnici e da questi verificare l'eventuale inserimento puntuale in uno degli scenari PSL previsti.

Per quanto riguarda invece le aree di terrazzo antico (Pleistocene medio-sup), come pure le superfici occidentali del territorio comunale, entrambe attribuite sia agli scenari Z2 che agli Z4, è stato ritenuto sufficiente l'approfondimento di 2° livello, (proprio di scenari Z4) che da solo permette di comprendere al meglio le caratteristiche puntuali di risposta sismica locale dei terreni e di procedere, se necessario, ad ulteriori approfondimenti in fase progettuale.

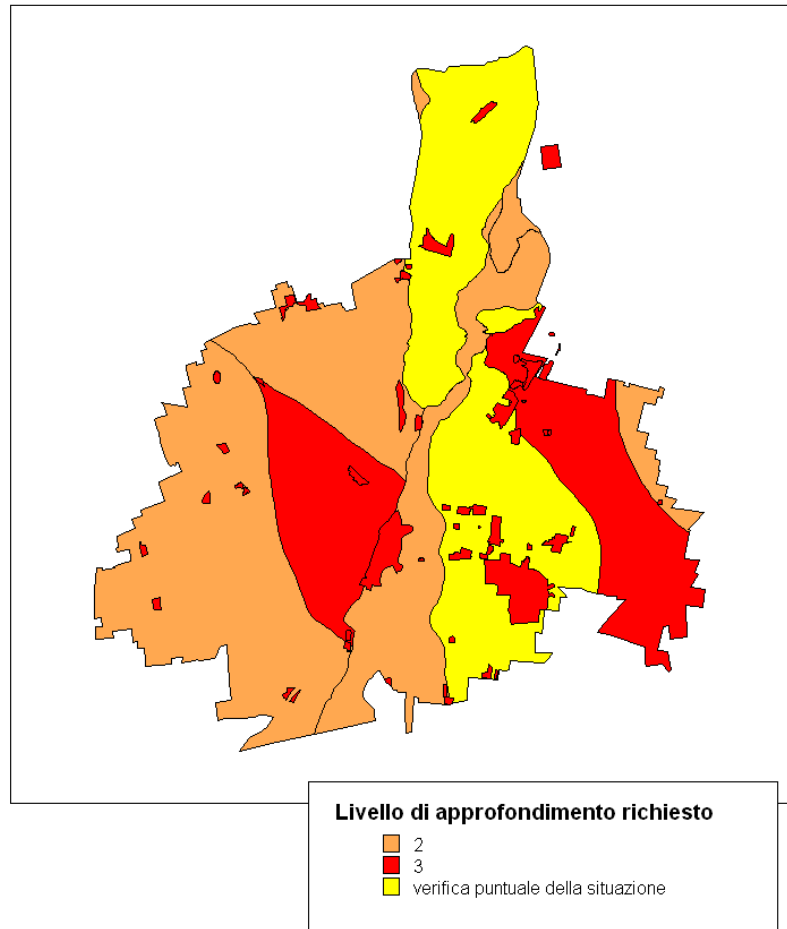


Figura 5

Tabella 5

LIVELLO DI APPROFONDIMENTO RICHIESTO	AREA ETTARI	PERCENTUALE DI TERRITORIO INTERESSATA
2	1575,87	47,64
3	834,61	25,23
Verifica puntuale della situazione	897,37	27,13
TOTALE	3307,85	100,00

La cartografia tematica predisposta suddivide l'intero territorio comunale in superfici delle quali vengono forniti i dati sintetici relativi al percorso di costruzione della carta stessa. Si ritiene che tali dati possano essere utilizzati dal progettista o dal pianificatore per individuare con una maggiore precisione il tipo di problematica che può generare la risposta sismica locale e la variabilità della risposta stessa, oltre che per sviluppare piani di analisi adeguati alla realtà locale e alla tipologia di progetto.

Tutto il territorio è stato quindi suddiviso in sette tipologie diverse, cui corrispondono diverse combinazioni di situazione geologica, scenari, effetti, approfondimenti. Per ognuna delle tipologie individuate è stato riportato, nel capitolo normativo (cap. 6) una sintetica descrizione e l'indicazione relativa agli approfondimenti di indagine necessari.

Dalla Tabella 6, che riporta la superficie interessata dalle singole tipologie, si evince che la tipologia più diffusa è la S1, seguita dalla S4 e dalla S5, mentre la S3 (che peraltro ricade completamente nel Parco di Monza) e la S7 sono le meno rappresentate.

La carta è corredata da una legenda schematica (Figura 7) che sintetizza per ogni tipologia le informazioni precedentemente descritte.

Tabella 6

CODICE	AREA ETTARI	PERCENTUALE DI TERRITORIO INTERESSATA
S1	897,37	27,13
S2	365,16	11,04
S3	33,95	1,03
S4	774,75	23,42
S5	691,14	20,89
S6	402,01	12,15
S7	143,47	4,34
TOTALE	3307,85	100,00

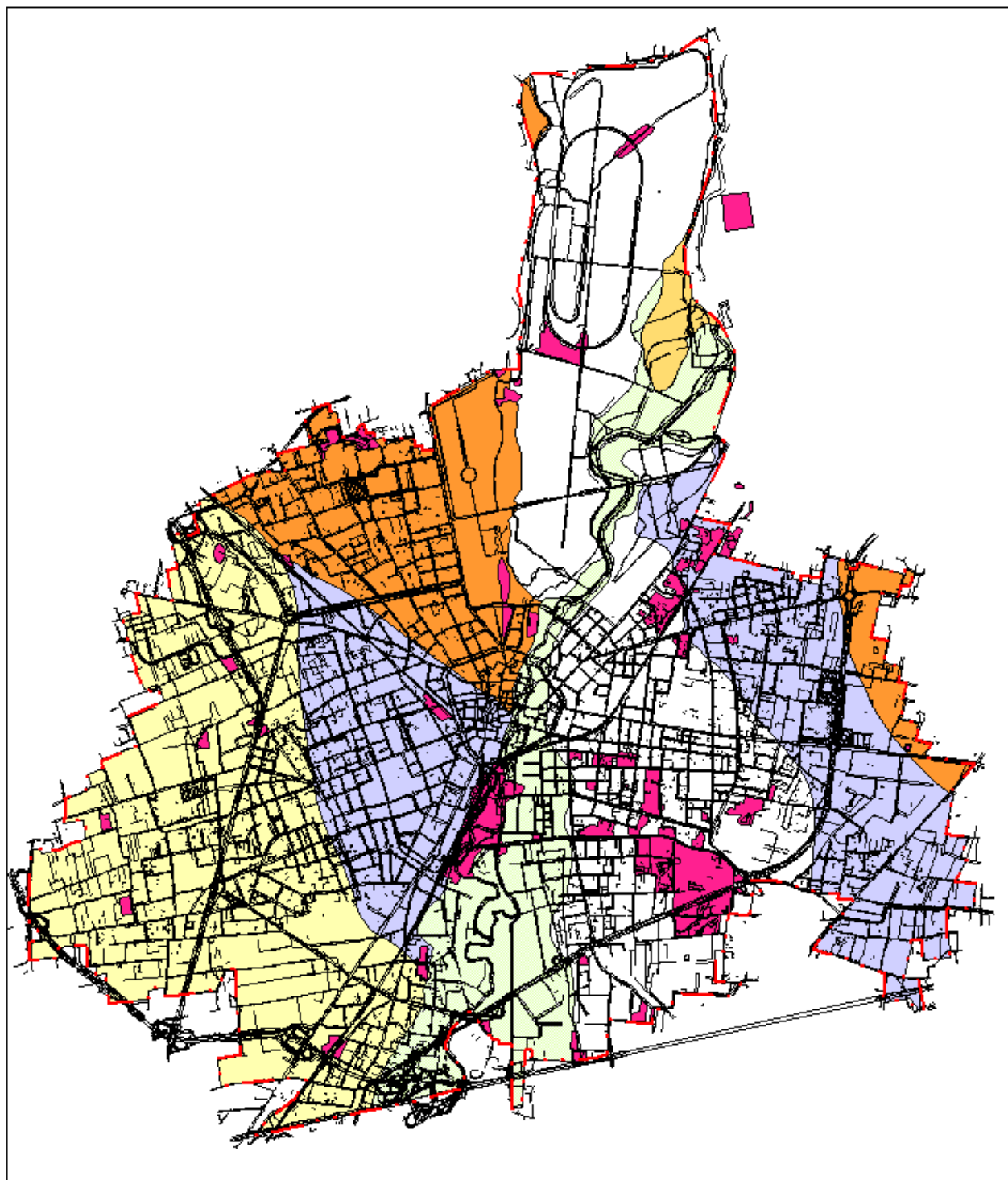



Figura 6

Legenda

CODICE		SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	SIGLA*	EFFETTI PREVISTI	LIVELLO DI COMPORTAMENTO
S1		Superficie stabile del livello fondamentale, con depositi fluvio-glaciali e fluviali ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi, con buone caratteristiche geotecniche. Non sono note alternanze o contatti tra litotipi molto diversi. Falda profonda	(Z4a)		Verifica puntuale
S2		Zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi. Falda a profondità > 5 m	(Z4a)	Amplificazioni litologiche	II
S3		Zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi. Falda a profondità < 5 m	Z4a	Amplificazioni litologiche e geometriche	II
S4		Zona del livello fondamentale della pianura con depositi fluvio-glaciali e fluviali ghiaioso sabbiosi, generalmente omogenei, con caratteri geotecnici mediocri entro 10 m da piano campagna	(Z2-Z4a)	Cedimenti. Amplificazioni litologiche e geometriche	II
S5		Zona del livello fondamentale della pianura con alternanze e contatti laterali tra litotipi molto diversi.	Z5	Comportamenti differenziali	III
S6		Zona terrazzata, a depositi fluvio-glaciali e fluviali alterati, con coperture loessiche generalmente inferiori al metro. Presenza di cavità (occhi pollini) e piccole falde sospese	(Z2)	Cedimenti	II
S7		Zona con riporti e/o riempimenti	Z2	Cedimenti	III

* si fa riferimento alla sigla riportata nelle tabelle indicate in Allegato 5 dello D.C.R. 8/1566. Tra parentesi () sono indicate le attribuzioni che comportano un maggior livello di approssimazione

 Limite area in edificabile (Parco e Villa Reale)

 Confine comunale

Figura 7

6 Indicazioni normative

Norme e prescrizioni sismiche sono riprese dalle indicazioni fornite dalla DGR 8/1566 della Regione Lombardia; per indagini e approfondimenti relativi alla fase progettuale si fa riferimento alle normative di settore vigenti, in particolare al D.M. 14 settembre 2005 (Norme tecniche per le costruzioni) e all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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"), e successivi aggiornamenti (ordinanza n. 3431 del 3 maggio 2005).

Per quanto riguarda le tipologie di terreno indicate nei valori soglia individuati dagli studi regionali per il territorio di Monza, si riporta la classificazione contenuta nell'Allegato 2 dell'ordinanza 3274.

Tabella 7

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE		
Tipo	Descrizione	Caratteri
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i>	Caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	<i>Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i>	Con spessori di diverse decinedi metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa)
C	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza</i>	Con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$; $70 < c_u < 250$ kPa)
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	Caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa)
E	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</i>	Con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s

Per V_{s30} si intende la velocità media di propagazione delle onde di taglio (onde s), calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_1 e V_1 indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Di seguito vengono riportate sotto forma di articoli, le prescrizioni relative alla fase pianificatoria, alle quali assoggettare i terreni per minimizzare il rischio sismico.

Art. 1 Data la carta di Pericolosità sismica Locale del Comune di Monza, si individuano differenti tipologie di risposta sismica dei terreni. La cartografia individua con i codici S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7 le aree a diverso Scenario di Pericolosità Sismica Locale. Tali scenari sono stati ricostruiti a partire dalle indicazioni contenute nell'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 (Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia, finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio) e successive integrazioni.

Art. 2. Sono soggette alle seguenti norme le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

Art. 3. Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 al punto 2.3 e successive integrazioni.

Art 4. Nelle aree individuate in carta, per le sole tipologie costruttive indicate in art.2 sono obbligatoriamente da adottarsi i seguenti approfondimenti di indagine. E' fatto salvo quanto previsto nel precedente art. 3.

S1: si tratta di superfici costituite da depositi fluviali e fluvioglaciali in prevalenza ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi, con buone caratteristiche geotecniche. Le stratigrafie consultate non evidenziano presenza di alternanze o contatti tra litotipi diversi. La falda si attesta a profondità superiori ai 10-15 m da piano campagna.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche e dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di circa 30 m da p.c., (profondità alla quale si considera generalmente $V_s > 1000\text{m/s}$). Nel caso fossero riconoscibili o ipotizzabili variazioni laterali o verticali della successione stratigrafica (alternanze o sovrapposizioni di litotipi molto diversi), il progettista è tenuto alla verifica in sito del fattore di amplificazione dei terreni (F_a), attraverso il metodo ritenuto più opportuno.

Qualora il valore F_a misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005

	Valori soglia per il Comune di Monza		
	Suolo tipo A	Suolo tipo B-C-E	Suolo tipo D
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1- 0.5 s	1,0	1,3	1,4

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5- 1.5 s	1,3	2,1	3,4
--	------------	------------	------------

S2: si tratta della fascia di fondovalle del fiume Lambro a depositi alluvionali granulari e/o coesivi; la superficie freatica si rinviene a profondità superiori a 5 m. E' necessaria la verifica del fattore di amplificazione Fa, attraverso il metodo ritenuto più opportuno. Qualora il valore Fa misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005

	Valori soglia per il Comune di Monza		
	Suolo tipo A	Suolo tipo B-C-E	Suolo tipo D
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1- 0.5 s	1,0	1,3	1,4
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5- 1.5 s	1,3	2,1	3,4

S3: porzione di fondovalle alluvionale del Lambro posta a nord del territorio comunale costituita da depositi alluvionali con falda superficiale (< 5 m da piano campagna). La zona ricade totalmente in area ritenuta non edificabile (Parco di Monza).

Qualora fosse necessaria la progettazione di costruzioni strategiche e rilevanti, è necessaria la verifica del fattore di amplificazione Fa, attraverso il metodo ritenuto più opportuno. Qualora il valore Fa misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005. La presenza di falda superficiale (profondità minore di 5 m da piano campagna) potrebbe indurre, in litotipi sabbiosi, fenomeni di liquefazione.

	Valori soglia per il Comune di Monza		
	Suolo tipo A	Suolo tipo B-C-E	Suolo tipo D
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1- 0.5 s	1,0	1,3	1,4
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5- 1.5 s	1,3	2,1	3,4

S4: si tratta della porzione occidentale del territorio, caratterizzata da depositi fluviali e fluvioglaciali ghiaioso sabbiosi, generalmente omogenei, che in alcuni punti presentano caratteri geotecnici mediocri entro 10 m da piano campagna.

E' necessaria la verifica del fattore di amplificazione F_a , attraverso il metodo ritenuto più opportuno. Qualora il valore F_a misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005

	Valori soglia per il Comune di Monza		
	Suolo tipo A	Suolo tipo B-C-E	Suolo tipo D
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1- 0.5 s	1,0	1,3	1,4
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5- 1.5 s	1,3	2,1	3,4

S5: si tratta di superfici a depositi fluvioglaciali e fluviali la cui successione stratigrafica è caratterizzata dall'alternanza e/o giustapposizione di corpi o lenti a caratteristiche geotecniche molto diverse. E' possibile il rinvenimento in profondità di terreni appartenenti ai terrazzi rissiani (S6).

E' necessario sottoporre le costruzioni in progetto ad approfondimenti sismici di 3° livello, secondo i criteri determinati dall'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 al punto 2.3 e successive integrazioni.

S6: si tratta di superfici generalmente rilevate (terrazzi rissiani) a depositi fluvioglaciali e fluviali alterati, con coperture loessiche. Sono caratterizzati dalla presenza di cavità anche metriche (occhi pollini) e da piccole falde sospese. Spesso le caratteristiche geotecniche sono scadenti o comunque molto variabili.

E' necessaria la verifica del fattore di amplificazione F_a , attraverso il metodo ritenuto più opportuno. Qualora il valore F_a misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005

	Valori soglia per il Comune di Monza		
	Suolo tipo A	Suolo tipo B-C-E	Suolo tipo D
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1- 0.5 s	1,0	1,3	1,4
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5- 1.5 s	1,3	2,1	3,4

S7: si tratta di aree degradate, spesso cavate e successivamente riempite. Comprende anche alcune discariche di inerti o RSU attualmente ripristinate.

Tutte le costruzioni previste in queste aree, qualsiasi sia la loro tipologia, devono essere sottoposte, in fase di progetto, ad approfondimenti sismici di 3° livello, secondo i criteri determinati dall'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 al punto 2.3 e successive integrazioni.

Art. 5 Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Art. 6. Sono comunque valide le norme di carattere regionale o nazionale più restrittive rispetto alle presenti, relative a progettazione di edifici in zona sismica.