



Comune di Magenta (MI)

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE SISMICA LOCALE DEL TERRITORIO

Criteria attuativi della L.R. 12/05 per il governo del territorio
contenuti nella D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008

Dott. Geol. Giorgio Cardin

Via Sandro Pertini 34/B - 20019 Settimo Milanese (MI)

Tel. (031) 564.933 Fax:(02) 700 381 83

email: gcardin@geologi.it

Data: 21 ottobre 2009



INDICE

1 PREMESSA.....	2
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
3.1 DEPOSITI FLUVIOGLACIALI DEL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA	4
3.2 ALLUVIONI ATTUATI E RECENTI	4
4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – PEDOLOGICO	5
5 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA.....	7
6 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	11
6.1 METODOLOGIA DI RIFERIMENTO	15
7 CONCLUSIONI	19
AUTORI.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	22
ALLEGATI	23



1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Magenta (Determina n. 39 del 20 dicembre 2006 e Determina n. 36 del 20 ottobre 2008) è stato affidato allo scrivente l'incarico per l'aggiornamento dello Studio Geologico del territorio di Magenta relativamente alla Componente Sismica Locale.

La presente relazione e le tavole che ne costituiscono parte integrante, hanno come principale finalità quella di illustrare i rilievi e le analisi effettuate nell'ambito delle indagini interdisciplinari realizzate ai fini dell'adozione degli strumenti urbanistici generali comunali.

Sono stati seguiti gli standard di lavoro indicati dai "Criteri attuativi della L.R. 12/05 per il governo del territorio" contenuti nella D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005 e successivi aggiornamenti (D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374) per quanto concerne la componente sismica. Ai sensi di tali recenti direttive si è provveduto ad effettuare un'analisi di dettaglio della Pericolosità Sismica Locale del comune di Magenta che ricade, a livello generale, in Zona 4 (D.g.r n°14964 del 7 novembre 2003) cioè quella con minor pericolosità.

Si precisa, che il Comune di Magenta risulta dotato di studio geologico approvato con delibera di C.C. n. 54 del 29. giugno 2000 e per il quale la Regione Lombardia (U.O. Attività generali di conoscenza del territorio, Struttura geologia per la Pianificazione di Regione Lombardia) ha espresso parere di conformità rispetto ai criteri definiti dalla L.R. 41/1997 con atto n. 58207 del 18 dicembre 2001, altresì si ricorda che è in corso l'aggiornamento dello studio di cui sopra in ottemperanza alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 (redattore Dott. Geol. Gaspare Attardo).

La metodologia di ricerca è quindi fondata su tre fasi principali:

Fase di analisi. In questa fase sono stati realizzati i rilievi geologici e geomorfologici nell'ambito del territorio comunale. Al contempo sono state consultate documentazioni specifiche presso l'Ufficio Tecnico Comunale, l'Amministrazione Provinciale di Milano, l'ERSAL oltre che le informazioni reperite presso il S.I.T. della Regione Lombardia.

Fase di diagnosi. Coincide con una valutazione critica dei dati relativi ai processi geoambientali e antropici attivi sul territorio, in questa fase è stata realizzata l'analisi di sismicità di I° livello ed elaborata la carta di Pericolosità Sismica Locale (tavola n.1a e 1b in scala 1:5.000).

Fase propositiva. In quest'ultima fase è stata effettuata l'analisi di sismicità di II° livello relativamente agli ambiti nei quali in fase di progettazione saranno realizzati edifici strategici e rilevanti ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03, tali ambiti saranno evidenziati nella carta di fattibilità per le azioni di piano relativa all'intero territorio comunale.

Si specifica inoltre che gli studi quivi illustrati *non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi* delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 14/09/2005 "norme tecniche per le costruzioni".



2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Magenta è situato nel settore centro-occidentale della Pianura Padana milanese, presenta una superficie di circa 21,8 km² e si trova ad una altitudine media di 138 metri dal livello del mare.

Il territorio comunale confina con i seguenti comuni: Boffalora Sopra Ticino a Ovest, Cerano (NO) a Sud-ovest, Robecco sul Naviglio a Sud, Corbetta a Est, Santo Stefano Ticino a Nord-ovest., e Marcallo con Casone a Nord.

La conformazione del territorio è da ricollegare all'azione delle acque di fusione glaciale e al trasporto solido che ha accompagnato le fasi di ritiro dei ghiacciai dell'era Quaternaria. Ad essi si deve ricondurre la natura dei terreni e la morfologia del territorio successivamente rimodellata ad opera del reticolo idrografico impostatosi sull'area con particolare riferimento all'azione erosiva e deposizionale del Fiume Ticino.

Di seguito si riporta la fotoaerea (scala 1.50.000) della zona indicante i limiti amministrativi del territorio di Magenta.



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le formazioni geologiche presenti in quest'area sono costituite dai sedimenti che derivano dallo smantellamento della catena alpina ed in particolare da quelli derivanti dall'azione erosiva e deposizionale legata all'avanzamento o all'arretramento dei ghiacciai; tale processo ha consentito la formazione di varie unità deposizionali e geoambientali aventi differenti età.

Per quanto riguarda il territorio oggetto di studio, si rilevano in superficie depositi di origine fluvioglaciale di età quaternaria che, a scala regionale, sono presenti in tutto il territorio lombardo con estensione Est-Ovest; tali depositi sono il risultato del ciclico ripetersi di periodi di glaciazione e di periodi interglaciali.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche litostratigrafiche dei sedimenti che caratterizzano il territorio in esame.

3.1 Depositi fluvioglaciali del Livello Fondamentale della Pianura

Sono costituiti da un corpo sedimentario potente circa 120-130 m costituito principalmente da ghiaie e sabbie di origine fluvioglaciale. Le osservazioni delle stratigrafie dei pozzi presenti nel comune permettono di individuare all'interno del corpo sedimentario principale alternanze lenticolari argillose aventi potenza massima di circa 2 metri. Al limite inferiore di tale corpo sedimentario compare un livello argilloso continuo della potenza di circa 10 metri che segna il passaggio ad una diversa unità litologica sabbioso argillosa.

Tale situazione rappresenta bene la caratteristica struttura dei depositi della pianura lombarda al cui interno sono state individuate tre unità litologiche a granulometria decrescente da ghiaioso-sabbiosa a sabbioso-argillosa ad argillosa, unità che testimoniano il passaggio da un ambiente marino ad uno continentale.

Il limite tra la prima e la seconda unità è posto in corrispondenza del primo livello argilloso continuo (A. Cavallin, V. Francani, S. Mozzarella, 1983). Tale complesso sedimentario rappresenta un ambiente deposizionale di tipo continentale fluvioglaciale e fluviale riferibile al Pleistocene.

3.2 Alluvioni attuati e recenti

Sono costituiti da un complesso sedimentario di origine continentale fluviale costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie prive generalmente di frazione fine le quali sono ubicate lungo la valle del Fiume Ticino. Le caratteristiche granulometriche e tessitura dei depositi ben rappresentano un ambiente fluviale ad alta energia deposizionale.

All'interno di tale complesso sedimentario è possibile distinguere una porzione di depositi attuali, limitata all'area di divagazione del fiume, ed una di depositi recenti intermedia tra questi ed i depositi fluvioglaciali sopra descritti. I depositi appartenenti a tale complesso sono attribuiti all'Olocene.



4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – PEDOLOGICO

Nell'ambito dell'area d'indagine gli aspetti geomorfologici presenti sono strettamente connessi alle fasi erosionali di ambiente fluviale riferite all'Olocene. Caratteristica peculiare dell'area in esame è la presenza dell'orlo di terrazzo che segna il limite tra le alluvioni attuali e le alluvioni recenti all'interno della valle del Ticino. A valle di questa scarpata sono individuabili terrazzamenti minori legati alla complessa dinamica fluviale in atto.

Per quanto riguarda lo stato di attività di tali morfologie, il terrazzo principale è il prodotto di un processo attualmente non più attivo, legato ad un sistema morfoclimatico antico, mentre i terrazzi minori risultano connessi alla dinamica fluviale attuale.

Altre morfologie visibili nel territorio di Magenta sono la presenza di forme di origine antropica connesse alla cessata attività estrattiva delle aree di Cascina Airoidi e della Cava Airoidi.

Le caratteristiche tipiche dei suoli dell'area in esame sono state dedotte dalla carta Pedologica dei suoli del Parco Travio Abbiatense, curata dall'Ersal, in essa sono sintetizzate le principali caratteristiche chimico-fisiche ambientali omogenee dei suoli del territorio dalle quali sono derivate le unità di Paesaggio di seguito descritte.

Unità di Paesaggio n. 1

Sono terreni appartenenti al Livello Fondamentale della Pianura, sono subpianeggianti, adibiti a coltivazioni irrigue, con nuclei di forte espansione urbana; l'uso agricolo delle aree è principalmente prativo e seminativi.

I suoli hanno caratteri di buona evoluzione pedologica, presentano un substrato ghiaioso-ciottoloso ed una sensibile petrosità; la reazione è variabile da neutra ad acida, la profondità del suolo varia da media ad alte mentre il drenaggio non presenta particolari problemi. Si evidenzia la presenza di diverse delimitazioni a forma allungata riferibili a zone di paleoalveo con suoli scarsamente evoluti, molto scheletrici ed a tessitura essenzialmente sabbiosa.

Unità di Paesaggio n. 2

Sono terreni rilevabili su aree di transizione e di degrado, per attività antropica, ubicati lungo il tratto settentrionale della scarpata del Livello Fondamentale della Pianura, in zone di basso versante, con presenza di depositi colluviali piuttosto sabbiosi. Caratteristica dei suoli è la reazione con pH attorno o superiore a 7, lo scheletro abbondante ed il drenaggio mediocre.

Unità di Paesaggio n. 3

Sono i terreni tipici delle zone umide principali con falda idrica affiorante o subaffiorante, con vegetazione igrofila di tipo arboreo-arbustivo ed erbaceo.

Le aree sono ubicate nella metà più interna della valle fluviale in relazione con l'affiorare occasionale della falda freatica presso la base del terrazzo del Livello Fondamentale della Pianura. Tali aree non sono



utilizzate a fini agricoli; ed a volte si riscontrano fenomeni di alterazione o riduzione delle superfici dovute ad attività di riempimento e bonifica.

Le tessiture tendono al franco-sabbioso, mentre il contenuto in scheletro è molto scarso; il pH si colloca in genere tra 6 e 7 e tende ad aumentare con la profondità.

Unità di Paesaggio n. 4

Sono terreni del livello superiore delle alluvioni vallive del Ticino, ubicati circa - 20 m rispetto al Livello Fondamentale della Pianura, sono debolmente ondulati e con frequenti tracce di paleovalli e zone umide. I substrati ed i suoli si presentano in alcuni casi artificialmente costipati e ricoperti da materiali di riporto a causa di bonifiche agricole.

Il suolo presenta inoltre un primo orizzonte ben sviluppato e piuttosto organico con un substrato sabbioso-ciottoloso; in genere hanno un regime xerico, con un buon drenaggio e scheletro. I suoli leggermente depressi sono caratterizzati dalla presenza d'acqua a bassa profondità.

Unità di Paesaggio n. 5

Sono terreni sul livello intermedio e inferiore delle alluvioni vallive del Ticino, a fianco o all'interno della fascia dei boschi; si trovano spesso su sottolivelli di quote leggermente inferiori (1-3 m) con frequenti tracce di paleovalli, sono utilizzati per scopi agricolo anche nelle zone in passato occupate da vegetazione forestale.

I suoli sono sottili ed a profilo poco evoluto, piuttosto sabbiosi su substrati sabbioso-scheletrici e di regime xerico. Presentano una reazione da neutra a subacida con drenaggio piuttosto rapido.

Unità di Paesaggio n. 6

Sono terreni tendenzialmente omogenei per grosse fasce, rappresentano le superfici vallive più prossime al corso attivo del Fiume Ticino, quelle interessate dalle divagazioni dell'alveo fluviale e sostanzialmente occupate da vegetazione forestale.

I suoli sono tendenzialmente acidi, il drenaggio è buono, in questa unità sono comprese quelle piccole strisce di terreno che bordano i canali ed i corsi d'acqua più vicini al fiume con suoli sottili, ricchi di sostanza organica e forte influenza della falda idrica.



5 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA

Dall'esame delle banche sismiche nazionali raccolte dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia non risultano specifiche segnalazioni di eventi sismici con epicentro nel Comune di Magenta; pertanto per valutare le caratteristiche sismiche dell'area sono stati censiti gli eventi sismici che indirettamente hanno interessato storicamente il comune di Magenta prendendo come riferimenti gli eventi verificatisi nel Nord d'Italia nel periodo 1901-2006.

Si evidenziano storicamente n. 8 eventi sismici rilevanti, con epicentri in luoghi differenti, ma il cui effetto è stato avvertito su tutto il territorio della pianura padana.

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw	Rt	Rt1
5	1901	10	30	14	49	58	Salò	8	0,25	CFTI	BOA997
5	1914	10	27	09	22		Garfagnana	7	0,26	DOM	MEA988
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	0,22	CFTI	BOA000
3-4	1914	10	26	03	45		Tavernette	7	0,23	DOM	ENL985
3	1909	01	13		45		Bassa Padana	6-7	0,25	DOM	MEM987
3	1920	09	07	05	55	40	Garfagnana	9-10	0,28	CFTI	BOA997
2-3	1913	12	07	01	28		Novi Ligure	5	0,22	DOM	GDTSP
NF	1991	11	20	01	54	19	Alpi Centrali	5	0,22	BMING	BMING

An	Tempo origine: anno
Me	Tempo origine: mese
Gi	Tempo origine: giorno
Or	Tempo origine: ora
Mi	Tempo origine: minuti
Se	Tempo origine: secondi
AE	Denominazione dell'area dei maggiori effetti
Rt	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (compatto)
Rt1	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (esplicitato)
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS
Mw	Magnitudo momento
Is	Intensità al sito (scala MCS)



Di seguito si riporta la scala Mercalli modificata MCS per la descrizione degli effetti di un sisma.

Grado	Descrizione
I	Strumentale, avvertito solo dai sismografi
II	Scossa leggerissima, avvertito solo da persone a riposo e solo nei piani superiori delle case. Gli oggetti sospesi esilmente possono oscillare
III	Scossa leggera, percepita nelle case in orario diurno, soprattutto ai piani alti degli edifici. Vibrazioni come al passaggio di autocarri leggeri. Stime della durata. Talora non riconosciuto come terremoto.
IV	Scossa di media intensità, percepita da molte persone nelle case in orario diurno, e da qualche persona anche all'aperto. Di notte alcune persone vengono svegliate. Oggetti sospesi oscillano notevolmente. Vibrazioni come al passaggio di autocarri pesanti. Oscillazione di automezzi fermi. Tintinnio di vetri e di vasellame. Tra IV e V grado cominciano ad essere avvertiti scricchiolii di strutture in legno.
V	Scossa forte, percepita praticamente da tutti. Di notte molte persone vengono svegliate. Oggetti instabili rovesciati. Rovesciamento di liquidi in recipienti. Oscillazioni di porte che si aprono e si chiudono. Movimento di imposte e quadri. Arresto, messa in moto, cambiamento del passo di orologi a pendolo. A volte scuotimento di alberi e crepe nei rivestimenti.
VI	Scossa molto forte, percepita da tutti con spavento e fuga all'esterno. Barcollare di persone. Rottura di vetrine, piatti, vetrerie. Caduta dagli scaffali di soprammobili e libri e di quadri dalle pareti. Screpolature di intonaci deboli. Suono di campane, stormire di alberi e cespugli.
VII	Scossa fortissima. Difficile stare in piedi. Avvertita da conduttori di automezzi. Tremolio di oggetti sospesi. Danni ai mobili e alle murature composte da malte povere. Rottura di comignoli, caduta di tegole, cornicioni, parapetti e ornamenti architettonici. Formazione di onde sugli specchi d'acqua, intorbidimento di acque. Forte suono di campane. Piccoli smottamenti in depositi di sabbia e ghiaia.
VIII	Scossa rovinosa. Lievi danni anche a strutture antisismiche, danni parziali a costruzioni ordinarie, caduta di ciminiere, monumenti, colonne, ribaltamento di mobili pesanti, cambiamento di livello nei pozzi. Rottura di rami d'albero e di palizzate. Crepacci nel terreno e su pendii ripidi.
IX	Scossa disastrosa. Danni anche a strutture antisismiche, perdita di verticalità di strutture portanti ben progettate. Edifici spostati rispetto alle fondazioni. Fessurazione del suolo e rottura di cavi e tubazioni sotterranei. Panico generale. Nelle aree alluvionali espulsione di sabbia e fango.
X	Scossa disastrosissima. Distruzione della maggior parte delle strutture in muratura. Notevole fessurazione del suolo; rotaie piegate; frane notevoli in argini fluviali o ripidi pendii. Distruzione di alcune robuste strutture in legname e ponti. Gravi danni a dighe, briglie e argini
XI	Scossa catastrofica. Poche strutture in muratura restano in piedi, distruzione di ponti, ampie fessure nel terreno, condutture sotterranee fuori uso. Sprofondamenti e slittamenti del terreno in suoli molli. Rotaie fortemente deviate.
XII	Scossa molto catastrofica. Distruzione pressoché totale, distruzione delle linee di vista e di livello, oggetti lanciati in aria, onde sulla superficie del suolo, spostamento di grandi masse rocciose.



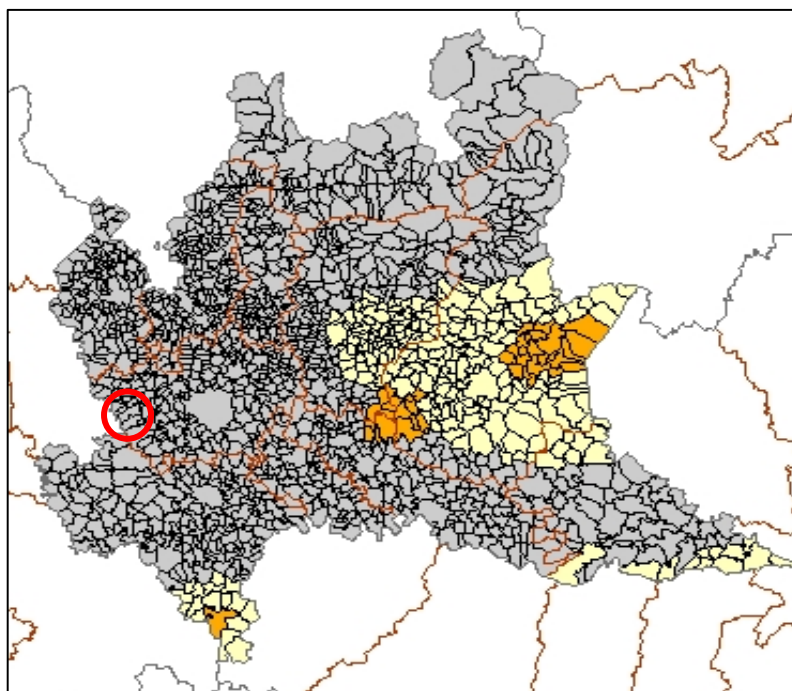
Attualmente secondo quanto riportato nell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003 il comune di Magenta ricade in zona sismica 4.

L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, con grado di pericolosità crescente da 4 a 1; precedentemente al 2003 il territorio comunale non era censito come sismico.

Ciascuna zona sismica è contrassegnata dall'accelerazione orizzontale a_g (accelerazione di gravità) che per la zona 4 è pari a 0,05 g.

Zone sismiche a livello nazionale

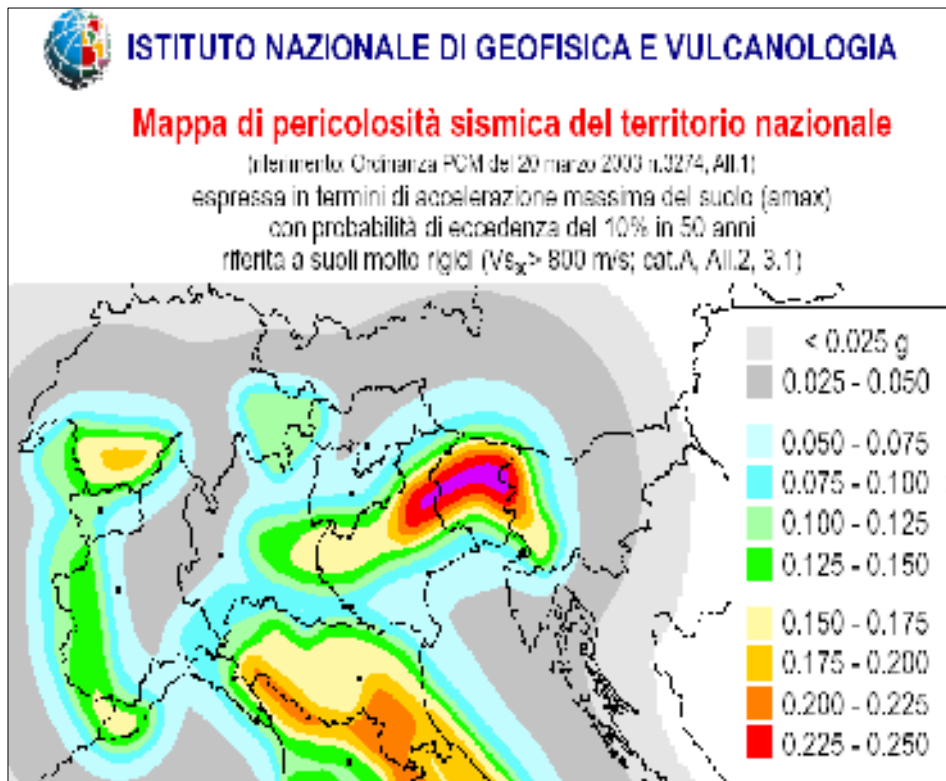
Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g



Classificazione sismica 2003



Di seguito si riporta la mappa di pericolosità del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).



6 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Ai sensi dei criteri attuativi della L.R. 12/05 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Magenta che ricade, a livello generale, in zona sismica 4 (D.g.r n°14964 del 7 novembre 2003) vale a dire con il minimo valore di a_g (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato in 0.05 g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

La metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede **tre livelli** di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

Nel dettaglio sono state seguite le procedure contenute nella d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 effettuando l'**analisi di 1° livello (qualitativa)** che ha dato luogo alla realizzazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (cfr. Tavola 1a e 1b) ottenuta a partire dai dati di base contenuti nella cartografia di inquadramento comunale già esistente e approvata dalla Regione Lombardia, a cui ha fatto seguito l'**analisi di 2° livello (semi-quantitativa – curve di correlazione)** nei casi previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5.

Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale sono state delimitate le zone individuate dalla Tabella 1 – Allegato 5 definendo diversi scenari di pericolosità sismica locale che sono suscettibili di comportamenti diversi da quelli stabiliti in via generale, a causa della loro specifica costituzione litologica e morfologica.



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

Tabella 1 – Allegato 5 – Scenari di Pericolosità Sismica Locale (D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374)

Nella tabella soprastante in grassetto sono evidenziati gli scenari di pericolosità sismica locale possibili e rilevati nel territorio di Magenta.



Si riporta in seguito la tabella tratta dall'allegato 5 D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

La carta della Pericolosità Sismica Locale permette inoltre l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari che vengono di seguito riportati.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA</i>
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	
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	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 2 – Allegato 5 – Classi di pericolosità per scenario di Pericolosità Sismica Locale (D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374)

Le aree evidenziate dalla carta di Carta della Pericolosità Sismica Locale sono quelle zone nell'ambito comunale che in caso di sisma possono subire sollecitazioni diverse da quelle stabilite in via generale.

Sono state individuate le seguenti classi:

- Z3: Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica);
- Z4a: Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

In base alla Tabella 2 – Allegato 5 nell'ambito delle zone Z3 e Z4 dovrà essere verificato il fattore di amplificazione F_a per tutti gli edifici in progetto strategici e rilevanti secondo il seguente schema (§1.4.4 della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374):

Livelli di approfondimento e fasi di applicazione			
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5.
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; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (F_a); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonizzare l'area di studio in funzione del valore di F_a .

Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo compresi rispettivamente tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Nel caso del territorio comunale di Magenta sono state definite le aree nelle quali sono previste opere ed edifici strategici e rilevanti ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03.

Complessivamente sono state individuate dall'amministrazione comunale n. 15 ambiti nei quali sono previste opere di trasformazione, n. 3 ambiti nei quali sono previste aree di Servizi-Perequazione e n. 19 aree prioritarie per l'installazione degli impianti per le telecomunicazioni e la radiotelevisione di cui alla L.R. 11/2001; ricadenti nell'elenco di opere e/o edifici strategici (definiti AST dall'amministrazione) di cui alla normativa in precedenza menzionata.



6.1 Metodologia di riferimento

Le zone di riqualificazione o trasformazione in cui ricadono gli edifici strategici in progetto sono di tipo Z4a pertanto gli effetti locali sono da ricondursi ad amplificazioni litologiche e geometriche.

La procedura prevede di valutare il valore di F_a proprio nei settori in esame mediante l'utilizzo di una procedura semplificata che fa uso di apposite schede contenute nell'Allegato 5 e quindi di confrontare il valore risultante con il corrispondente valore di soglia fissato per ciascun comune dalla Regione Lombardia.

I dati di input necessari sono i seguenti:

- Litologia dell'area;
- Spessori degli orizzonti litologici presenti;
- Geofisici: velocità sismica V_s .

Occorre precisare che il grado di attendibilità dei dati di input utilizzati condiziona il grado di attendibilità delle valutazioni effettuate; nel caso specifico relativo alle aree indagate l'attendibilità dei dati risulta essere alta per quanto riguarda la litologia e la stratigrafia (dati derivati dalla stratigrafia dei pozzi pubblici ubicati nelle adiacenze delle aree in esame) mentre per quanto riguarda i valori geofisici l'attendibilità risulta essere bassa essendo stati dedotti da dati bibliografici relativi a terreni analoghi.

Per l'utilizzo del metodo semplificato e delle relative schede è stata innanzitutto appurato che i valori di input relativi allo spessore e alla velocità delle onde superficiali rientrassero nel campo di validità della scheda utilizzata per il calcolo dei valori di F_a (scheda litologia ghiaiosa - effetti litologici).



Di seguito vengono riportati i valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia per il Comune di Magenta.

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.1-0.5	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1,4	1,7
C	1,8	2,4
D	2,2	4,1
E	1,9	3,0

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti

Per quanto riguarda le categorie di suolo si rimanda alla definizione riportata nelle Norme Tecniche per le Costruzioni e di seguito descritte:

A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS_{30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali livelli di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 5m.

B – Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$, o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).

C – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS_{30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).

D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $VS_{30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $C_u < 70$ kPa).

E – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS_{30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $VS_{30} > 800$ m/s.

Per quanto riguarda gli intervalli di periodo, si ricorda che l'intervallo tra 0.1 e 0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5 e 1.5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

In questa fase negli ambiti strategici di riqualificazione o trasformazione oggetto del presente studio non sono state definite le caratteristiche progettuali specifiche, pertanto l'analisi di seguito

descritta è stata effettuata ipotizzando che in tali ambiti strategici siano da progettare sia edifici caratterizzati da strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, sia edifici con strutture più alte e flessibili.

Dati input

- Litologia: (tipo B) ghiaie e sabbie con frazione fine scarsa o assente (GW, classificazione ASTM);
- Spessore primo strato: 15 m;
- Densità relativa: 0,7 - 0,8;
- Velocità onde Vs: 600 m/s

Utilizzando i dati di partenza di cui sopra la scheda *Effetti Litologici –Litologia Ghiaiosa* è risultata utilizzabile ed in particolare la curva correlazione n. 3 (colore blu).

Successivamente è stato calcolato il periodo T con la seguente formula

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_{s_i} sono rispettivamente lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Il periodo risulta essere di 0,1 s assumendo come valori $h=15$ m e $V_s=600$ m/s.

Noto il periodo si è calcolato il valore di F_a con la seguente formula propria della curva di correlazione n. 3 di verifica dalla scheda di colore blu (per strutture basse, regolari e piuttosto rigide, $T_{0.1-0.5}$), e di colore rosso (per strutture alte e flessibili, $T_{0.5-1.5}$):

$$F_{a_{0.1-0.5}} = -4,7 T^2 + 3,0 T + 0,92$$

Il valore di F_a è risultato essere di **1,18 per strutture basse, regolari e piuttosto rigide.**

$$F_{a_{0.5-1.5}} = -0,58 T^2 + 0,84 T + 0,94$$

Il valore di F_a è risultato essere di **1,02 per strutture alte e flessibili.**

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Nel caso esaminato il valore di F_a calcolato per un suolo di categoria B (Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri,



caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata C_u > 250 kPa) risulta essere inferiore alla soglia massima consentita per il comune di Magenta.

Di seguito si riportano in tabella i valori soglia attribuiti ed risultati dell'analisi semi-quantitativa eseguita:

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DA NORMATIVA (strutture basse) Intervallo di periodo 0.1-0.5	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DA NORMATIVA (strutture alte) Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1,4	1,7
	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATO (strutture basse) Intervallo di periodo 0.1-0.5	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATO (strutture alte) Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
	1,18	1,02

Per queste ragioni la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1).



7 CONCLUSIONI

Occorre evidenziare che il presente studio di sismicità del territorio è stato realizzato in un periodo temporale transitorio, infatti dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il d.m. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente d.m. 14 settembre 2005, fatto salvo un periodo di monitoraggio di 18 mesi.

Durante tale periodo, fino al 30 giugno 2009, si possono usare per la progettazione sia le norme del nuovo D.M., sia le previgenti, ad eccezione delle nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e infrastrutture di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le disposizioni del d.m. 14 gennaio 2008.

Fino al termine del monitoraggio (30 giugno 2009), in zona 4, ai sensi della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003, la progettazione antisismica è obbligatoria esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, individuati dal d.d.u.o. della Regione Lombardia n. 19904 del 21 novembre 2003 non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003.

Qualora si optasse per l'utilizzo della normativa previgente in materia, si dovranno necessariamente considerare le specifiche di "sismicità media" ($S=9$) per i comuni in Zona 2 e di sismicità bassa ($S=6$) per comuni sia in zona 3, sia in zona 4.

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici sarà regolata dal d.m. 14 gennaio 2008.

Come visto nei paragrafi precedenti nel territorio di Magenta sono stati censiti n. 15 ambiti strategici AST:

- n. 15 ambiti nei quali sono previste opere di trasformazione;
- n. 3 ambiti nei quali sono previste aree di Servizi-Perequazione;

e n. 19 Aree Prioritarie per l'installazione degli impianti per le telecomunicazioni e la radiotelevisione di cui alla L.R. 11/2001; tali opere sono state definite strutture strategiche che ricadono in zona 4a (classe di pericolosità sismica H2) e per le quali si è proceduto ad una analisi di sismicità di approfondimento di 2° livello.

I risultati dell'analisi di sismicità hanno dimostrato che il valore di F_a è inferiore alla soglia stabilita dalla Regione Lombardia e pertanto può essere applicato lo spettro previsto dalla normativa vigente.

Sulla base di quanto emerso dalla presente analisi nell'ambito del territorio comunale, l'adozione in fase progettuale del 3° livello di approfondimento (mediante le procedure indicate nell'Allegato 5



della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374) è necessaria solo nel caso di edifici strategici e rilevanti ricadenti nelle zone Z1, Z2 e Z5 e nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale.

Pertanto, non essendoci sul territorio comunale di Magenta tali scenari di pericolosità (Z1, Z2, Z3), ed essendo verificati i valori del Fattore di Amplificazione (F_a) sia per strutture basse, regolari e piuttosto rigide, sia per le strutture alte e flessibili non risulta obbligatorio lo studio di approfondimento di 3° Livello in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Nel caso specifico del territorio di Magenta essendo F_a inferiore al valore di soglia comunale non sono necessarie prescrizioni specifiche ad integrazione di quelle già presenti nella carta di fattibilità.

Altresì, in caso di progettazione ed esecuzione di edifici non strategici saranno presi come riferimento i valori di Fattore soglia di amplificazione forniti dalla Regione Lombardia per il territorio di Magenta e di seguito riportati:

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.1-0.5	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1,4	1,7
C	1,8	2,4
D	2,2	4,1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti
(evidenziato in verde la tipologia di suolo individuato per il territorio di Magenta)

In caso di progettazione ed esecuzione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) dovrà essere realizzata analisi di sismicità di II° livello e nel caso il fattore di amplificazione (F_a) non fosse rispettato si procederà con analisi di approfondimento di III° livello;

In caso di progettazione ed esecuzione di ristrutturazione di edifici strategici e rilevanti già esistenti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) dovrà essere realizzata analisi di sismicità di II° livello e nel caso il fattore di amplificazione (F_a) non fosse rispettato si procederà con analisi di approfondimento di III° livello.



AUTORI



Consulenze geologiche e ambientali

Via Sandro Pertini 34/B 20019 Settimo Milanese (MI)

Tel. (031) 564.933 Fax:(02) 700-381.83

E-mail: gcardin@geologi.it

Dr. Geol. Giorgio Cardin

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 1080

Dott. Mattia Bianchi

Settimo Milanese (MI), 21 ottobre 2009

BIBLIOGRAFIA

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICA, 2000	Studio geologico del territorio del Comune di Magenta a corredo del PRG
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA, 2005	Aggiornamento dello Studio geologico del territorio del Comune di Magenta a corredo del PRG
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (PARMA), 1999	Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 1989, n. 183 e successive modifiche e integrazioni
DESIO A. ET AL., 1973	Geologia d'Italia
REGIONE LOMBARDIA, TERRITORIO E URBANISTICA	Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio, Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA	Analisi delle banche dati relativi agli eventi macrosismici osservati in Italia nel periodo 1901-2006
VV.AA.,	Carta Geologica della Lombardia alla scala 1 :250.000
VV.AA.: , 1990	Guide geologiche regionali Alpi e Prealpi lombarde



ALLEGATI

Tavola n. 1a - 1b Carta della Pericolosità Sismica Locale (scala 1:5.000)

Tavola n. 2a - 2b Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano (scala 1:5.000)