



## COMUNE DI VIGEVANO

### Provincia di Pavia

**STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE  
SECONDO LA D.G.R. LOMB. N.8/7374 DEL 28/05/2008  
(AGGIORNAMENTO DEI "CRITERI ED INDIRIZZI PER  
LA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE  
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL  
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO, IN  
ATTUAZIONE DELL'ART.57, COMMA 1, DELLA L.R. 11  
MARZO 2005 N.12)"**

**Marzo 2009**

## RELAZIONE TECNICA

a cura di:

Dott. Geol. Maurizio Fasani  
27027 - Gropello Cairoli (PV) - Via dei San L. Beccari, 15  
Tel. e Fax 0382.81.70.38 - e-mail: sgtrilobite@tele2.it

Con la collaborazione del Dott. Geol. Federico Verri

## SOMMARIO

1 – PREMESSA.....	3
2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE.....	5
3 – COMMENTO DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DI INQUADRAMENTO GENERALE.....	7
3.1 - CARTA GEOMORFOLOGICA.....	7
3.2 - CARTA LITOLOGICA.....	8
3.2.1 - Litologie superficiali .....	8
3.2.2 - Litologie presenti al di sotto del suolo.....	9
3. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA.....	10
3.3.1 - Idrologia superficiale .....	10
3.3.2 - Idrogeologia .....	11
3.3.3 - Vulnerabilità.....	12
3.4 - CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA.....	13
3.4.1 - Litologie dei suoli superficiali .....	13
3.4.2 - Litologie riscontrate al di sotto dei suoli.....	14
3.5 - CARTA DI SINTESI .....	15
3.5.1 - Vincoli legislativi .....	15
4 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO.....	19
4.1 - Metodologia utilizzata .....	19
4.2 Analisi sismica di I° livello.....	20
5 - CARTA DI FATTIBILITA'.....	24
5.1 Indicazioni generali per la tutele dei suoli.....	24
5.1.1 Classe I - Fattibilità senza particolari limitazioni (bianca) .....	25
5.1.2 Classe II Fattibilità con modeste limitazioni (gialla) .....	25
5.1.3 Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni (arancione).....	27
5.1.4 Classe IV Fattibilità con gravi limitazioni .....	28

<b>Tav.1</b>	CARTA GEOMORFOLOGICA	(scala 1:10.000)
<b>Tav.2</b>	CARTA LITOLOGICA	(scala 1:10.000)
<b>Tav.3</b>	CARTA IDROGEOLOGICA	(scala 1:10.000)
<b>Tav.4</b>	SEZIONI IDROGEOLOGICHE	
<b>Tav.5</b>	CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	(scala 1:10.000)
<b>Tav.6</b>	CARTA DI SINTESI	(scala 1:10.000)
<b>Tav.7A</b>	CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE, FOGLIO EST	(scala 1:10.000)
<b>Tav.7B</b>	Carta di pericolosità sismica locale, Foglio OVEST	(scala 1:10.000)
<b>Tav. 8A</b>	CARTA DI FATTIBILITÀ, FOGLIO EST	(scala 1:10.000)
<b>Tav. 8B</b>	Carta di fattibilità, Foglio OVEST	(scala 1:10.000)
<b>All.1</b>	STRATIGRAFIE	
<b>All 2</b>	DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ	

## 1 - PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Vigevano (PV), viene redatto il presente lavoro quale parte integrante al vigente PGT. Occorre precisare che il comune di Vigevano era già in possesso dello studio geologico del territorio, eseguito secondo la L.R. 41/97 e regolarmente approvato dagli organi competenti. Pur essendo il comune di Vigevano ubicato in una zona pianeggiante in cui l'assetto morfologico geologico e idrogeologico del territorio difficilmente subisce variazioni, almeno nel breve termine, si è provveduto ad eseguire un controllo degli elementi riportati nella precedente cartografia. Si è così potuto constatare che non vi è stata sorta di variazione. Pertanto il presente elaborato risulta essere un adeguamento secondo la D.G.R.. 28 maggio 2008, n. 8/7374 (art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12) Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica,idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art.57, comma 1, della L.r. 11 Marzo 2005 n.12" approvati con D.G.R. 22 Dicembre 2005, n. 8/1566.

Rispetto alla precedente cartografia viene inserita anche la "Carta di pericolosità sismica locale" e rivista la carta di sintesi e fattibilità, con l'aggiunta di ulteriori sottoclassi che meglio definiscono le problematiche legate all'assetto del territorio.

L'analisi dei dati geologici disponibili, la raccolta delle informazioni necessarie alla comprensione della struttura e delle caratteristiche geologiche del territorio comunale, nonché la redazione della Relazione Geologico Tecnica e degli elaborati cartografici di corredo, sono stati effettuati in conformità a quanto previsto dalla vigente normativa nazionale e regionale.

La realizzazione dei nuovi elaborati cartografici è stata effettuata utilizzando come base la fotogrammetrica fornita dal comune in scala 1: 10.000.

Per quanto riguarda le modalità esecutive, il programma di lavoro è stato articolato in fasi distinte di intervento:

Fase 1 – verifica dei dati pregressi.

Fase 2 – analisi del territorio per l'adeguamento sismico.

Fase 3 - Compilazione e stesura degli elaborati cartografici:

Il presente elaborato comprende:

<b>Tav.1</b>	CARTA GEOMORFOLOGICA (scala 1:10.000)
<b>Tav.2</b>	CARTA LITOLOGICA (scala 1:10.000)
<b>Tav.3</b>	CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1:10.000)
<b>Tav.4</b>	SEZIONI IDROGEOLOGICHE

- Tav.5** CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA  
(scala 1:10.000)
- Tav.6** CARTA DI SINTESI (scala 1:10.000)
- Tav.7A** CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE, FOGLIO EST  
(scala 1:10.000)
- Tav.7B** Carta di pericolosità sismica locale, Foglio OVEST  
(scala 1:10.000)
- II Rev. Tav. 8A** CARTA DI FATTIBILITÀ, FOGLIO EST  
(scala 1:10.000)
- II Rev. Tav. 8B** Carta di fattibilità, Foglio OVEST  
(scala 1:10.000)
- All.1** STRATIGRAFIE
- All 2** DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ

## 2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio del Comune di Vigevano è situato nella porzione occidentale della provincia di Pavia, a circa 35 Km dal capoluogo, a ridosso del confine con la provincia di Milano; esso si estende nel suo insieme per circa..95 Km<sup>2</sup>.

L'ambito comunale è costituito dal centro principale e da ulteriori tre frazioni: Piccolini ad Ovest, in direzione Gravellona L.; Morsella a Sudovest, in direzione Mortara; Sforzesca a Sudest in direzione Pavia.

Sussistono, inoltre, numerose case coloniche e cascine isolate, diversamente distribuite sul comprensorio.

Dal punto di vista topografico l'intero settore manifesta un carattere eminentemente pianeggiante, con quote in media comprese fra i 117 ed i 71 metri s.l.m..

Esso risulta, tuttavia, impostato su due distinti ripiani morfologici, separati da altrettante scarpate, di origine fluviale, che si snodano in direzione Nordovest - Sudest.

Una di esse interessa il nucleo abitato di Vigevano, ha una altezza compresa fra i 9 ed gli 8 metri e costituisce verosimilmente un fenomeno secondario.

L'altra, che rappresenta invece la scarpata principale, decorre nei pressi del Fiume Ticino, ne segue l'andamento e manifesta altezze comprese tra i 18 ed i10 metri.

Le suddette scarpate sono il risultato della attività erosiva sulla coltre di depositi Fluvioglaciali (risalenti all'ultima glaciazione Wurmiana), esercitata dal Fiume Ticino con le sue divagazioni nell'ambito della pianura alluvionale. Allo stato attuale entrambe le scarpate risultano, inoltre, profondamente rimodellate, a seguito degli interventi antropici che si sono succeduti nel corso degli anni.

Per quanto riguarda l'aspetto geologico il territorio in esame è costituito esclusivamente da depositi quaternari, che possono essere distinti in rapporto alla loro stessa ubicazione rispetto alla scarpata principale.

I depositi affioranti ad Ovest della scarpata, posti a quote topografiche più elevate, risultano di genesi fluvioglaciale e sono attribuibili al *Fluvioglaciale Wurm*. Essi rappresentano la frazione medio-grossolana della coltre di sedimenti depositisi nella Valle Padana durante la fase parossistica dell'ultima glaciazione (Glaciazione Wurmiana) e risalenti al Pleistocene Superiore. Tali depositi costituiscono il livello principale della Pianura Padana, definito in letteratura come *Piano Generale Terrazzato (PGT)*.

Ad Est della scarpata principale i materiali appaiono di natura prevalentemente sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa; la loro origine deve essere ricondotta a fasi successive di alluvionamento e di erosione operate dall'azione fluviale del Ticino (*Alluvium antico e recente*).

Dal punto di vista geolitologico, con riferimento alle distinzioni che figurano nella cartografia ufficiale (Foglio n. 59 "Pavia" del Servizio Geologico d'Italia), la serie presente nel nostro settore è rappresentata dalle seguenti unità (a partire dalla più antica):

- Dossi: costituiti prevalentemente da materiali sabbiosi depositatisi durante le fasi arida Rissiana nel Pleistocene medio, relitti, un tempo più diffusi, corrispondenti a rilievi duniformi.
- Alluvioni fluvioglaciali deposte durante la glaciazione Wurm nel Pleistocene Superiore, costituite prevalentemente da materiali sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e limoso-sabbiosi, talora con intercalazioni di livelli argillosi. Tali depositi definiscono il *Livello Principale della Pianura Padana* (P.G.T.).
- Alluvioni fluviali sabbioso-ghiaiose (*Alluvium Medio dell'Olocene Medio*) riferibili ad antichi alvei abbandonati del Fiume Ticino.

### 3 – COMMENTO DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DI INQUADRAMENTO GENERALE

#### 3.1 - CARTA GEOMORFOLOGICA

Nel presente elaborato cartografico (Tav. 1) sono illustrati i risultati delle indagini geomorfologiche da noi svolte allo scopo di porre in luce i principali lineamenti morfologici del comprensorio comunale.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio presenta nel suo insieme un aspetto relativamente pianeggiante, con quote comprese tra i 117 metri ed i 71 metri circa s.l.m., ed include due elementi fondamentali: il cosiddetto *Piano Generale Terrazzato* (Livello Principale della Pianura Padana, di età Pleistocenica) e la valle del F. Ticino.

Il primo è impostato sui depositi fluvioglaciali riferibili all'ultima glaciazione Wurmiana e manifesta una relativa uniformità morfologica; le uniche irregolarità, peraltro di modesta entità, sono da porre in relazione con l'attività erosiva esercitata dai corsi d'acqua ed, in particolare, dal Ticino, che ha determinato l'instaurarsi di alcune scarpate (*Terrazzi Alluvionali*), a testimonianza di variazioni del livello di base, succedutesi nel tempo con l'alternarsi delle fasi glaciali stadiali ed interstadiali.

Assai evidente, a questo proposito, appare la scarpata principale del Ticino, localizzata nel settore più orientale del territorio, che presenta una altezza media compresa fra 18 e 10 metri. Essa funge da raccordo tra i soprastanti terreni Pleistocenici (*Piano Generale Terrazzato*) e quelli sottostanti di età Olocenica, sui quali è impostato l'alveo attuale del fiume.

Nel settore centrale del territorio comunale, che interessa gran parte del centro abitato, sussiste una ulteriore scarpata di carattere secondario, conseguente ad una locale fase stadiale wurmiana di escavazione e di successivo colmamento.

Entrambi i suddetti elementi sono stati, successivamente, rimodellati, in tutto o in parte, dalle trasformazioni antropiche connesse ad attività estrattive e/o di bonifica, susseguitesi nel corso dei secoli.

Una menzione a parte meritano i *paleomeandri* riferibili al decorso sinuoso del Ticino ed alla sua stessa propensione al divagamento in occasione delle piene. Allo stato attuale essi appaiono per lo più colmati da materiale fine (argille e limi) e da resti vegetali; sono ben riconoscibili nella porzione della piana più prossima al fiume e lungo il corso del Terdoppio, ove si osserva ancora un parziale collegamento con l'alveo attivo di questo torrente.

Da segnalare, in fine, la presenza di alcuni elementi geologici e geomorfologici caratteristici, rappresentati dai cosiddetti *Dossi della Lomellina*, individuabili principalmente in lembi relitti nella porzione centrale del centro

abitato. Essi sono costituiti da modesti rilievi, testimoni dello smantellamento dell'originario livello rissiano, che emergono dalla piana alluvionale wormiana ed olocenica sotto forma di piccoli dossi, estremamente appiattiti.

Interpretati per lungo tempo come dune sabbiose continentali (*Depositi sabbiosi eolici* di F. Sacco, 1892), i Dossi - costituiti da paleosuolo sabbioso ed a tratti argilloso di colore giallo ocraceo (Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, Fogli 44 e 58 Novara - Mortara) - sono oggi riconosciuti come ondulazioni dei depositi rissiani.

Oltre ai fenomeni sopra descritti, nella Tav. 1 vengono anche indicati i siti adibiti ad attività estrattiva, distinguendo le cave attive dalle cave abbandonate, qualora queste ultime attualmente fungano da aree di stoccaggio per il materiale proveniente da altre località.

### **3.2 - CARTA LITOLOGICA**

Con riferimento alla **Carta Litologica** della Tav. 2, sono state rappresentate le principali unità litologiche che contraddistinguono i suoli ed il sottosuolo nell'ambito del territorio comunale di Vigevano.

I dati di base per la compilazione della Carta sono stati preliminarmente desunti dallo studio realizzato dall'E.R.S.A.L. (Ente Regione di Sviluppo Agricolo della Lombardia) sui suoli di tutta la Pianura Padana.

Successivamente, tali dati sono stati verificati ed integrati attraverso i rilevamenti di dettaglio da noi effettuati direttamente sul terreno, nonché attraverso le informazioni ricavate dalle prove penetrometriche (vedi All. 2), oppure emerse dalla interpretazione delle stratigrafie dei pozzi, raccolte presso enti pubblici e privati (nell>All. 1 vengono trasmesse tutte le stratigrafie acquisite).

Nell'elaborato cartografico vengono graficamente distinte le litologie che caratterizzano il suolo in senso stretto - ovvero la coltre di terreno superficiale sino ad una profondità di circa 1,50 metri dal p.c. - ed il sottosuolo, per quanto riguarda il tratto sottostante.

Inoltre, per una migliore comprensione dei rapporti che intercorrono orizzontalmente e verticalmente fra le varie unità sono state ricostruite due sezioni esplicative (Tav. 4).

#### **3.2.1 - Litologie superficiali**

Come in precedenza accennato la caratterizzazione delle litologie superficiali è stata tratta in parte dalla carta dell'E.R.S.A.L "I suoli del Parco del Ticino, settore meridionale", arricchita poi di tutti gli elementi da noi acquisiti.

L'analisi della carta evidenzia la diffusione di suoli che presentano caratteristiche fortemente condizionate dalla natura e dalla composizione dei substrati sottostanti, nonchè dalle modalità stesse della circolazione idrica nel sottosuolo.

Si tratta, infatti, di terreni presenti in corrispondenza di terrazzi fluviali a morfologia subpianeggiante, delimitati da evidenti scarpate erosive o di terreni appartenenti alle piane alluvionali delle valli del Ticino e del Terdoppio, comprese tra i terrazzi antichi e le zone inondabili, limitrofe ai corsi d'acqua.

In entrambi i casi i suoli risultano alquanto esigui, con profondità massima sempre inferiore ad 1,50 / 2,00 metri, e manifestano per lo più una tessitura da moderatamente grossolana a grossolana, che denota una loro genesi legata in prevalenza a substrati di tipo sabbioso-ghiaiosi.

Questa caratteristica conferisce loro capacità drenanti da medie a buone.

In ambienti pedogenetici simili a quelli sopra descritti, compaiono anche, seppure in misura subordinata, suoli a composizione spiccatamente argillosa o limosa. Questi ultimi, ben individuabili in due fasce nella porzione centro occidentale del comprensorio comunale, traggono origine, secondo alcuni autori, da processi di traslocazione di minerali argilosi riferibili all'azione flocculante sulle argille legata alla presenza di carbonati (Vedi: *I suoli del Parco del Ticino*, E.R.S.A.L).

I suoli in questione si riscontrano con particolare frequenza nelle aree ondulate occupate dai lembi residui di dossi smembrati dall'azione antropica.

### **3.2.2 - Litologie presenti al di sotto del suolo**

L'analisi delle sezioni - ricostruite per correlazione dei dati stratigrafici dei pozzi e di quelli ricavati dai grafici delle prove penetrometriche - permette di constatare che i depositi sottostanti i suoli presentano prevalentemente una costituzione sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa, con locale predominanza ora dell'una ora dell'altra componente.

In via subordinata, si riscontrano, anche, sporadiche intercalazioni di orizzonti argilosì, generalmente di modesto spessore ed a limitata estensione; solo a profondità rilevanti (oltre i 150 metri dalla superficie) queste litologie tendono ad aumentare, sia per ciò che riguarda la potenza dei singoli livelli sia la loro distribuzione areale.

Nelle tratte più occidentali di entrambe le sezioni, si evidenzia, inoltre, un considerevole incremento delle litologie a granulometria minuta, quali argille e limi, in commistione più o meno variabile con la componente sabbiosa.

Queste frazioni fini, seppure arealmente e quantitativamente subordinate rispetto a quelle grossolane, occupano con maggior diffusione i livelli sommitali della serie del sottosuolo (fino a 2 - 3 m dal p.c.).

### 3. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA

Nella **Carta Idrogeologica** della Tav. 3 sono sintetizzati i diversi aspetti connessi all'idrografia superficiale nonchè quelli legati alla idrogeologia, cioè alle modalità di distribuzione e di flusso degli acquiferi sotterranei.

#### 3.3.1 - Idrologia superficiale

Per quanto riguarda l'assetto idrologico caratterizzante il comune di Vigevano, due sono gli elementi di spicco: il Fiume Ticino ed il Torrente Terdoppio.

Più o meno direttamente a questi connessa sussiste, poi, una complessa rete di corsi d'acqua minori e di canali artificiali, impiegati per scopi irrigui in agricoltura.

Il Ticino, nel tratto di attraversamento del territorio vigevanese, presenta un tipico andamento pluricursale, che caratterizza la parte media del suo corso. Questa particolare forma è rappresentata da un ampio alveo e da una estesa zona goleale per effetto, soprattutto, dei numerosissimi rami secondari, tra loro anastomizzati.

Dai documenti storici risulta, tuttavia, che nell'arco di cento anni (1883 - 1980) si sono verificati profondi mutamenti nelle caratteristiche del fiume, nel senso di una semplificazione del suo corso, accompagnata dalla eliminazione di numerose ramificazioni secondarie.

D'altro canto, questo fenomeno è solo in parte attribuibile alla naturale evoluzione della dinamica fluviale; esso può rappresentare, invece, la più evidente ripercussione delle diffuse e varie attività antropiche sviluppatesi lungo le rive (quali l'apertura di cave estrattive e di discariche, l'abbattimento delle scarpate dei terrazzi, la costruzione di ponti, la realizzazione di scaricatori artificiali) che hanno compromesso drasticamente il comportamento del fiume ed il suo stesso riequilibrio.

Ne consegue che in occasione delle piene e, particolarmente, in concomitanza di quelle a carattere eccezionale, il fiume possa dar luogo ad effetti difficilmente prevedibili ed incontrollabili, soprattutto nei riguardi delle fasce antropizzate più prossime all'alveo.

In rapporto a queste problematiche, a cura del P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), in forza della Legge 18 Maggio 1989, sono state emanate le norme riguardanti l'assetto della rete idrografica e dei versanti, nelle quali viene stabilita la seguente classificazione delle Fasce Fluviali:

- **FASCIA A:** fascia di deflusso e di possibile esondazione straordinaria dell'alveo attuale del Ticino.

- **FASCIA B:** fascia esondabile in occasione di piene eccezionali.
- **FASCIA C:** fascia di inondazione per piena catastrofica.

Questa suddivisione, alla quale la nostra Carta Idrogeologica è stata uniformata, viene dettagliatamente illustrata nel *Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Norme di attuazione - Art. 28*. Per quanto riguarda, invece, le prescrizioni, i divieti e le attività consentite nell'ambito delle singole fasce si rimanda agli Art.li 29, 30, 31, del citato documento.

### **3.3.2 - Idrogeologia**

Per la ricostruzione di un quadro sufficientemente esauriente delle condizioni idrogeologiche del territorio in esame è stato effettuato un sistematico censimento dei punti d'acqua.

Tutti pozzi censiti sono stati ubicati e rappresentati in carta con diversi colori, in funzione del loro utilizzo e delle caratteristiche riscontrate. In corrispondenza di ciascun pozzo vengono indicati i valori della profondità, della soggicenza della superficie freatica (ove è stato possibile effettuarne la misura) ed il numero della stratigrafia (trasmessa nell'All 1).

Per la ricostruzione delle linee isofreatiche si è fatto riferimento esclusivamente ai pozzi di profondità non superiore ai 100 metri. Ciò è motivato dal fatto che sino a tale profondità i livelli argillosi risultano arealmente discontinui e, pertanto, l'acquifero sotterraneo, seppure apparentemente multifalda, può verosimilmente essere considerato di tipo freatico (come, d'altro canto, ben evidenziato nelle sezioni geolitologiche della Tav 4).

Al di sotto dei 100 - 120 metri i livelli argillosi appaiono assai più estesi e conferiscono alla falda sottostante un carattere decisamente artesiano.

La ricostruzione dell'andamento della superficie freatica, rappresentata con curve isofreatiche, è stata determinata sulla base di misurazioni effettuate durante il mese di Novembre 1999.

La campagna di rilevamento ha comportato considerevoli difficoltà per il fatto che il maggior numero dei pozzi censiti sono tutt'ora impiegati a fini domestici e, di conseguenza, in molti di essi la misurazione del livello veniva di fatto impedita dalla presenza della pompa e dell'autoclave.

Si specifica, inoltre, che per la gran parte si tratta di pozzi poco profondi (spinti ad un massimo di 10 - 12 metri dal p.c.), realizzati per infissione a percussione; la loro tubazione ha un diametro generalmente alquanto ridotto (1 - 2 pollici) ed è direttamente collegata ad una pompa orizzontale.

La disposizione delle linee isofreatiche - che interessano nel settore investigato l'intervallo compreso tra 108 e 80 metri s.l.m. - individua un flusso preferenziale

di insieme della prima falda da NO verso SE. In prossimità della frazione Morsella la direttrice di scorrimento idrico sotterraneo assume, tuttavia, una locale inflessione in direzione N - S.

Nell'area più occidentale del territorio comunale il gradiente idraulico presenta valori variabili tra il 6 ed il 4 per mille, che tendono a decrescere progressivamente, sino a valori di circa 1 per mille, avvicinandoci vieppiù alla scarpata di terrazzo che delimita i depositi fluvioglaciali del PGT da quelli di età olocenica.

Da una analisi generale della Carta Idrogeologica appare, in fine, evidente che il Fiume Ticino esplica una azione drenante nei riguardi dell'acquifero freatico.

### **3.3.3 - Vulnerabilità**

Come si evince da quanto emerso sia dalle sezioni idrogeologiche che dalla carta litologica il suolo e sottosuolo del territorio comunale presenta una stratigrafia piuttosto omogenea e tipica della Pianura Padana, caratterizzata dall'alternarsi di orizzonti sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi caratterizzati da una buona permeabilità (acquiferi) separati da orizzonti impermeabili o a ridotta permeabilità costituiti da argille o limi sabbiosi.

Nel corso dell'indagine non sono state effettuate prove dirette della valutazione della permeabilità dei suoli; la relativa omogeneità dei terreni presenti consente tuttavia di avanzare ipotesi sui valori caratteristici dagli stessi sulla base dei dati riportati in bibliografia.

Sulla base delle considerazioni litostratigrafiche ed idrogeologiche, è stato possibile identificare sul territorio comunale due classi di vulnerabilità in base alla valutazione della permeabilità: Suoli ad alta vulnerabilità e Suoli a media vulnerabilità.

#### **Suoli ad alta vulnerabilità**

Occupano la maggior parte del territorio comunale, sono costituiti da materiale e granulometria grossolana (sabbie e ghiaie) solo localmente a matrice limosa. Per tali suoli si ipotizza valori di permeabilità compresi fra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$ . In base ai suddetti valori questi terreni risultano avere una alta vulnerabilità.

#### **Suoli a media vulnerabilità**

Presentano estensione areale assai limitata, sono suoli costituiti da argille e limi per lo più sabbiosi.

Per questi suoli si ipotizzano valori di permeabilità inferiori a  $10^{-4}$ .

Occorre considerare che, nonostante la leggera differenza che intercorre fra i due suoli la falda sottostante risulta vulnerabile nei confronti di contaminazioni

per tale motivo si dovrà porre particolare attenzione all'insediamento di nuove industrie insalubri.

### **3.4 - CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

Nella **Carta di Prima Caratterizzazione Geologico-Tecnica** della Tav. 5 vengono sinteticamente illustrati gli elementi litologici impiegati come base per una valutazione preliminare delle principali caratteristiche fisiche del primo sottosuolo.

Sono state indicate, inoltre:

- le ubicazioni dei pozzi dei quali è nota la stratigrafia (il numero accanto al simbolo si riferisce alla stratigrafia trasmessa nell'All. 1);
- le localizzazioni delle n° 13 prove penetrometriche appositamente effettuate nel mese di novembre 1999 nelle aree in cui l'Amministrazione Comunale intende effettuare le nuove zonizzazioni, nonché le ubicazioni di tutte le altre prove reperite presso enti pubblici o privati.

Per un più immediato utilizzo pratico della tavola, sono state evidenziate con diversa simboleggiaatura le litologie che caratterizzano il suolo superficiale (ovvero il primo strato fino a circa -1,50 / -2,00 metri dal p.c.) e quello più profondo (fino ad una profondità di circa 5 / 10 metri).

#### **3.4.1 - Litologie dei suoli superficiali**

L'intero territorio è stato suddiviso in diverse zone, in funzione della frazione litologica prevalente in ciascuna di esse (i dati sono stati desunti da uno studio condotto dall' E.R.S.A.L., successivamente integrati e controllati da rilevamenti diretti, dall'analisi dei log dei pozzi e dai risultati delle prove penetrometriche). Nella rappresentazione cartografica i suoli sono stati distinti in tre principali unità litologiche:

- Suoli sabbioso-limosi, talora argillosi;
- Suoli prevalentemente sabbiosi;
- Suoli sabbioso-ghiaiosi.

**Suoli sabbioso-limosi, talora argillosi** - Sono individuabili in due aree di limitata estensione nel settore occidentale del territorio; sono caratterizzati principalmente da terreni in cui la porzione sabbiosa risulta immersa in una matrice limosa e/o argillosa. La presenza della frazione fine condiziona negativamente le caratteristiche geomeccaniche del terreno. Lo spessore di questi terreni varia in rapporto al loro stesso grado di alterazione e raggiunge un massimo di circa 2,00 metri. Su di essi si consiglia la messa in opera di strutture che trasmettano al suolo carichi eccedenti 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Suoli prevalentemente sabbiosi** - Sono stati individuati in due fasce, rispettivamente localizzate nei settori occidentale ed orientale del comune. Prevale generalmente un litotipo di natura sabbiosa, talora dotato di matrice limosa, con locali presenze di ciottoli.

Le caratteristiche geomeccaniche di questo suolo appaiono mediamente buone, anche se direttamente influenzate dalla diffusione dei materiali a granulometria fine (che ne riducono sensibilmente la capacità portante). Anche in questo caso lo spessore varia da zona a zona, ma si spinge fino ad un massimo di 2.00 metri di profondità. La portanza risulta compresa tra 0.8 a 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>, in rapporto al contenuto della componente fine.

**Suoli sabbioso-ghiaiosi** - Occupano la maggior parte del territorio comunale, ma si sviluppano principalmente nella porzione centrale. Sono caratterizzati da sabbie con abbondante presenza di ghiaie e ciottoli; la matrice, quando è presente, è di natura limosa. Le caratteristiche geomeccaniche risultano decisamente buone, con portanza sempre superiore ad 1 Kg/cm<sup>2</sup>.

I valori di portanza sopra indicati per le varie categorie di suoli si riferiscono a fondazioni nastriiformi con larghezza di 0.80 cm ed a plinti quadrati, di lato 2.00 metri, poste ad una profondità di 1 metro.

### **3.4.2 - Litologie riscontrate al di sotto dei suoli**

Come in precedenza accennato, l'indagine geognostica di campagna è consistita nell'esecuzione di n° 13 prove penetrometriche, 6 delle quali statiche (CPT) e 7 dinamiche (SCPT), spinte sino ad una profondità massima di 10 metri dal p.c.. Le diverse modalità esecutive sono state imposte dalle specifiche condizioni litologiche dei singoli siti di prova.

Questi ultimi sono stati prescelti in corrispondenza di particolari aree individuate dalla Amministrazione Comunale per future possibilità di azzonamento.

Nell'elaborato cartografico vengono indicati anche i principali parametri di ordine litologico e geotecnico, quali: l'angolo di attrito della litologia persistente, la densità, la soggiacenza della falda (ove riscontrata) e la litologia più diffusa nel sottosuolo.

La correlazione generale dei dati, inclusi quelli ricavati dai grafici trasmessi in All. 2, permette di constatare che il sottosuolo dell'intero territorio comunale è caratterizzato prevalentemente da terreni sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi ed, in via subordinata, sabbioso-argillosi (questi ultimi limitatamente al settore della frazione Piccolini).

In generale si può concludere che i litotipi sopra indicati manifestano buone caratteristiche di portanza; tuttavia, nelle zone in cui la falda si approssima al piano campagna (ovvero alla base delle eventuali fondazioni) il valore della

capacità portante teorica ammissibile dei terreni tende a ridursi sensibilmente, sino anche a dimezzarsi.

In base a quanto esposto, ne consegue che per costruzioni residenziali con limitati carichi trasmessi ai terreni può anche essere prevista la posa di fondazioni superficiali, purchè venga effettuato un rinterro delle stesse di almeno 80 cm.

Qualora venisse, invece, programmata la costruzione di capannoni o di edifici che gravano in maggior misura sui terreni, si dovrà prevedere la posa delle fondazioni ad una quota compresa fra — 1.50 e 2.00 metri dal p.c..

Le indagini eseguite sono da considerarsi puntiformi e, pertanto, possono essere attese variazioni laterali e verticali di litologia, anche nell'ambito di qualche decina di metri; tali variazioni, anche se di piccola entità, potrebbero comportare modificazioni nei cedimenti, assoluti e/o differenziati, compromettendo la portanza dei terreni stessi.

Ulteriore limitazione alla portanza dei terreni di fondazione può essere imputabile alle pressioni idrostatiche legate alla soggiacenza della falda ed, in modo più rilevante, all'escursione del livello freatico che si verifica fra il mese di aprile e il mese di settembre, in concomitanza con i periodi di massima attività agricola, dove le oscillazioni possono raggiungere anche i tre metri.

Quest'ultimo fatto, che presenta maggiore incidenza nella porzione occidentale del territorio(vedi i valori di soggiacenza riportati sulla *Carta di Sintesi* in Tav. 6) dovrà essere tenuto in massima considerazione nella progettazione di edifici con porzioni ribassate (semienterrati).

Appare evidente che per una corretta determinazione della portanza dei terreni di fondazione durante la progettazione di qualsivoglia opera, occorrerà predisporre un accurato programma di indagini specifiche con ulteriori e più puntuali interventi, in conformità con quanto imposto dal D.M. 11/03/1988.

### **3.5 - CARTA DI SINTESI**

Nella **Carta di Sintesi** della Tav. 6 sono contenuti gli elementi più significativi a fornire un quadro sintetico conclusivo dello stato del territorio.

In particolare sono evidenziati: i vincoli legislativi, la soggiacenza della falda e le zone di esondazione.

#### **3.5.1 - Vincoli legislativi**

**Area di salvaguardia delle risorse idriche** - Si fa specifico riferimento agli Artt. 5 e 6 del D.P.R. 236/88, in attuazione della direttiva Cee n. 80/778,

concernente la *Tutela delle acque destinate al consumo umano* ai sensi dell' art. n. 15 della L. 16/04/1987, n. 183.

Tali articoli impongono aree di salvaguardia distinte in "Zona di Tutela Assoluta" e "Zona di Rispetto".

Zona di Tutela Assoluta, di raggio non inferiore ai 10 m (non riportato sulla carta per motivi grafici) adibita esclusivamente alle opere di presa e a costruzioni di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazione per l'allontanamento delle acque meteoriche.;

Zona di Rispetto di raggio non inferiore ai 200 m. Essa è stata definita sulla base del criterio geometrico ai sensi del D.G.R n. 6/15137 del 27 giugno 1996.

In essa risultano vietate le seguenti attività e destinazioni:

- a) dispersione o immissione nel sottosuolo di reflui, fanghi e liquami, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi organici;
- c) dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali o strade;
- d) aree cimiteriali;
- e) spandimenti di pesticidi e fertilizzanti;
- f) apertura di cave o pozzi;
- g) discariche di qualsiasi tipo anche se controllate;
- h) stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti o sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;
- i) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- l) impianto di trattamento di reflui;
- m) pascolo e stazzo di bestiame.

Nelle "Zone di Rispetto" è, inoltre, vietato l'insediamento di fognature e pozzi perdenti; per quelli esistenti è necessario adottare le misure per il loro allontanamento.

E' opportuno sottolineare la difficile applicazione di questo criterio ad un pozzo inserito in un contesto urbano, con servizi ed infrastrutture preesistenti.

E' comunque evidente che qualsiasi nuova attività che si collochi all'interno di questa fascia dovrà essere opportunamente limitata.

Nel delimitare l'area è stato applicato il criterio geometrico, così come richiesto dalla normativa vigente. Una direttiva regionale (D.P.R. n. 6/15137 27/06/96) prevede la possibilità di modificare nella forma e/o ridurre tale zona di protezione, previa realizzazione di un idoneo studio idrogeologico approfondito che ne dimostri la fattibilità. Tale studio non è oggetto del presente lavoro e rimane a cura dell'ente gestore dell'acquedotto che, eventualmente, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, potrà procedere in tale senso.

**Fascia di rispetto cimiteriale.** Nel territorio comunale sono individuabili 3 cimiteri, ubicati rispettivamente in: frazione Piccolini, frazione Sforzesca e

Vigevano città. Tutte e tre sono sottoposti al vincolo cimiteriale ai sensi dell'art. 338 del testo unico delle leggi sanitarie, approvato con R.D. 27/7/1934 n.1265 e successive modificazioni ed integrazioni. Nell'ambito della fascia di rispetto, la cui ampiezza non può essere inferiore ai 50 metri, è interdetta l'edificabilità o l'ampliamento delle strutture già esistenti. Nel caso specifico, la fascia di rispetto dei tre cimiteri risulta pari a 50 metri.

### **Aree sottoposte a vincolo paesaggistico ai sensi della Legge 431/1985**

secondo tale norma sono sottoposti a vincolo paesaggistico ai sensi della Legge 1497/1939 *\_i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici*, approvato con R.D. 1775/1933 e relative sponde o piedi degli alvei per una fascia di 150 metri ciascuna. Oltre alla fascia suddetta, esiste una fascia di rispetto assoluta di 10 m ("dal piede degli argini e loro accessori") interdetta all'edificazione, ai sensi dell'art. 96 del R.D. 25/07/1904, n. 523. La scelta di non cartografare la suddetta fascia è derivata dall'impossibilità di riprodurne i limiti con adeguata chiarezza grafica.

Degli elenchi aggiornati a livello regionale con D.G.R. n. 12028 del 250/07/86 fanno parte il F. Ticino e il T. Terdoppio.

Le autorizzazioni relative ai vincoli in oggetto risultano attualmente sub-delegate ai comuni, ai sensi e con la modalità previste dalla L.R. 9/06/1997 n. 18.

Nella tavola di sintesi non viene indicata graficamente la fascia di rispetto di 150metri per il F. Ticino, in quanto essa ricade all'interno delle fasce esondabili individuate dal PAI e con restrizioni normative maggiori.

### **Fasce fluviali**

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha definito in base ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter della Legge n. 183 del 18 maggio 1989 e successive modifiche e integrazioni un *Piano Stralcio per la Difesa idrogeologica della Rete Idrografica del Bacino del Po*; in quest'ultimo sono, tra l'altro, identificate le fascie di esondazione, in base a vari eventi verificatisi in passato, degli altri fiumi e torrenti ricadenti nel bacino del F. Po.

Nell'ambito del territorio comunale vengono riconosciute tre fasce fluviali che delimitano il F. Ticino, definite come: Fascia A, Fascia B e fascia C.

**Fascia A; fascia di deflusso delle piene** - Individua porzioni di alveo sede prevalente del deflusso delle piene, ed è costituita anche dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Nei territori ricadenti in questa fascia sono esclusivamente consentite le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro conservativo, come meglio definiti dalla Legge n. 457/78.

**Fascia B; fascia di esondazione** - Nella fascia B il piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini della laminazione delle piene. In tale fascia sono vietati gli interventi che comportino una riduzione della capacità dell'invaso, l'apertura di discariche, di depositi di materiale a cielo aperto, stoccaggi provvisori esclusi quelli temporanei conseguenti ad attività estrattive autorizzate.

**Fascia C; fascia di inondazione per piene catastrofiche** - In questa fascia il Piano mira ad integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione da parte di Enti competenti di programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del Piano. In tali aree non vi sono limitazione di edificabilità o di intervento sul territorio.

E' sottinteso che tutte le tre fasce sono governate dalle indicazioni riportate dalle Norme di Attuazione del *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali* con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/05/99.

## 4 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

Secondo quanto indicato dal D.G.R del 28 Maggio 2008 – n.8/7374 : “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art.57, comma 1, della L.r. 11 Marzo 2005 n.12”, si è provveduto in questo studio geologico ad adeguare il piano territoriale dal punto di vista sismico seguendo le procedure d’analisi indicate nell’Allegato 5: “Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell’aspetto sismico nei piani di governo del territorio”.

In base alla classificazione sismica regionale contenuta nella D.G.R. Lomb. del 7 Novembre 2003, n°7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003", il territorio comunale di Vigevano è stato classificato nella Zona 4 nell’ambito della classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia.

Nell’ambito dell’indagine svolta, in ottemperanza a quanto indicato dalla D.G.R. Lomb. del 28 Maggio 2008 – n.8/7374 per i comuni ricadenti in tale classe sismica di appartenenza, si è provveduto ad effettuare una prima caratterizzazione sismica del territorio seguendo le procedure d’analisi di I livello (idonee per la fase di pianificazione) così come indicato nell’Allegato 5 della citata delibera: “Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell’aspetto sismico nei piani di governo del territorio”.

### 4.1 - Metodologia utilizzata

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, nel caso il Comune considerato ricadesse in Classe di sismicità 2 o 3, mentre il terzo livello è obbligatorio in fase di progettazione in due casi:

- quando il secondo livello dimostra l’inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione ( $F_a$  calcolata > della  $F_a$  di riferimento)
- in scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione, contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Ricordiamo che in questo lavoro è previsto solo la realizzazione del I° livello dello studio sismico, essendo Vigevano un comune classificato, per quanto riguarda la sismicità, in **classe 4**.

La procedura messa a punto nell'Allegato 5 della suddetta legge regionale, 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; essa prevede tre livelli di approfondimento organizzati come in figura 1, che mostra , mediante un diagramma di flusso, i dati necessari e i percorsi da seguire.

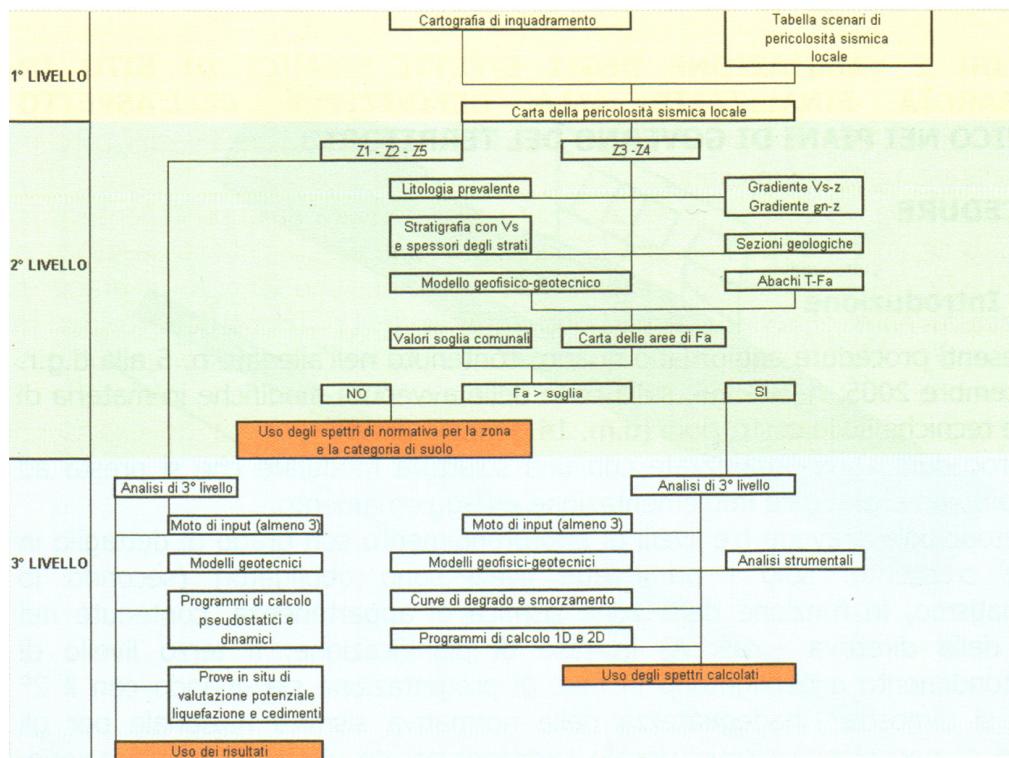


Fig.1 - Schema riassuntivo dei livelli di approfondimento

#### 4.2 Analisi sismica di 1° livello

L'analisi sismica di 1° Livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le sue basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Corrisponde ad una fase pianificatoria, obbligatoria per tutti i comuni della Lombardia, anche quelli che ricadono in zona sismica 4 e non solo per comuni ricadenti in classe sismica 2 e 3.

Il metodo permette l'individuazione di zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili sulla base di osservazioni geologiche, sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, sui risultati di indagini

geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione di condizioni locali.

Nel nostro caso sono state prese in considerazione le stratigrafie di sondaggi, pozzi e misure piezometriche ottenute mediante una campagna sul terreno.

Nel caso in cui non siano a disposizione informazioni geotecniche di nessun tipo, nell'ambito degli studi del I° livello non sono necessarie nuove indagini geotecniche.

Lo studio è pertanto consistito in un'analisi dei dati già esistenti e già inseriti nella cartografia di analisi ed inquadramento già trasmesse e consegnate (Carta geologica geomorfologica, Carta litologica, ecc..) e nella realizzazione di una apposita cartografia, alla scala 1:10000, rappresentante la "Carta di pericolosità sismica locale" derivata dalle precedenti carte di base, in cui vengono riportate le perimetrazioni areali e lineari in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Nella seguente tabella viene elencato lo "Scenario (di) pericolosità sismica locale", con i rispettivi effetti che esso può determinare sul territorio (tabella 1).

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, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura 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-mecaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale

Il comune di Vigevano è articolato in due scenari paesaggistico-territoriali: in essi possiamo riscontrare delle caratteristiche tipiche di un ambiente pianeggiante ed una rottura morfologica legata al terrazzamento fluviale.

Rifacendosi al terzo "effetto" in tabella (**Amplificazioni Topografiche**), possiamo individuare nel comune lo scenario di pericolosità **Z3a**, che individua una zona di ciglio con altezza maggiore di 10 metri (nel nostro caso trattasi di orli di terrazzo fluviale).

Per quanto riguarda la rappresentazione grafica, le aree caratterizzate dalla scarpata, lo scenario viene rappresentate con una linea rossa.

Rifacendosi al quarto "effetto" (**Amplificazioni litologiche e geometriche**), possiamo includere in questa classe (scenario di pericolosità **Z4a**) la maggior parte del territorio vigevanese, in quanto modellato da depositi alluvionali.

E' stata inoltre rilevata la presenza (sulla base della raccolta delle indagini geotecniche esistenti individuate nella cartografia già depositata – Tav. 3 dello studio geologico del territorio) di alcune zone ricadenti in classe **Z2** definite come "**Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti**" per le quali sarà necessaria una verifica puntuale qualora siano previsti interventi migliorativi all' edificato esistente o la realizzazione di nuovi edifici.

Le stesse indicazioni valgono per le aree definite **Z2a** (sottoclasse corrispondente alla classe Z2) dove sono presenti "**Zone con possibile presenza di depositi granulari fini saturi**" nelle quali non sono da escludere potenziali fenomeni di liquefazione o cedimenti nel caso di sollecitazioni dinamiche.

Graficamente le aree ricadenti in questo scenario vengono rappresentate nella TAV. 1A e Tav 1B, "Carta della pericolosità sismica locale" con una scala di colori.

La codifica mediante poligoni e linee di questi due scenari ha portato così alla realizzazione della carta degli "scenari di pericolosità sismica locale" di I° livello.

Essendo il Comune di Vigevano in classe 4 di sismicità, per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di amplificazione topografica (Z3) e litologica (Z4) è fatto obbligo, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. Lomb. n. 14964 del 2003, di effettuare studi sismici di 2° livello di approfondimento di indagine sismica (caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi). Inoltre, nel caso in cui vengano verificate le condizioni geo-litologiche ipotizzate per gli scenari Z2 e Z2a, si ricorda che in fase di progettuale sarà necessaria l'applicazione di un II° livello di approfondimento.

Gli studi di II° livello riguardano 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.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini del valore di Fa (fattore di amplificazione).

Il fattore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5s e 0.5-1.5s. Il primo intervallo si applica per tipologie di costruzioni relativamente basse, regolari e piuttosto rigide (come nel caso di Vigevano), il secondo intervallo si riferisce a strutture più alte e flessibili (superiori ai 5 piani).

Qualora i valori di Fa calcolati mediante gli studi di II livello fossero più bassi, a livello comunale, di quelli di riferimento forniti dalla Regione Lombardia, non si applica al sito oggetto di intervento nessuna prescrizione. Qualora invece i valori di Fa, così come ricavati dall'applicazione del II livello, fossero superiori al

valore di soglia corrispondente, va applicato in fase progettuale studi di III livello.

Gli studi di 3° livello per le zone Z2 e Z2a prevedono la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimenti e liquefazioni. Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative, o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale. Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura. Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

## 5 - CARTA DI FATTIBILITÀ'

Il confronto e le relazioni reciproche tra le carte di base porta all'elaborazione di uno strumento cartografico riassuntivo chiamato Carta di Fattibilità o di Idoneità Geologica all'Utilizzazione Urbanistica, nel quale il territorio viene distinto in aree omogenee in funzione del grado e del tipo di rischio ambientale cui esso è sottoposto.

La direttiva regionale, D.G.R. n. 5/36147 del 18 maggio 1993 , L.R. n. 41 del 24 / novembre / 1997 "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale", la D.G.R. n 5/36147/93, n. 6/37918/98 e n. 7/6645/01 "Approvazione direttive per la realizzazione dello studio geologico ai sensi dell'Art. 3 della L.R. 41/97", l'art.57 della L.R. 11 marzo 2005, N.12 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" e la D.G.R.. 28 maggio 2008, n. 8/7374 propongono quattro classi (I, II, III, IV) per meglio definire l'idoneità all'utilizzo urbanistico del territorio.

Nel territorio comunale di Vigevano sono state riconosciute 4 classi di fattibilità rappresentate graficamente in TAV. 8 Foglio Est e foglio Ovest alla scala 1:10.000. Tali classi sono state identificate sulla base dei "Criteri attuativi I.r. 12/05 per il governo del territorio, modificata dalla D.G.R. Lomb. del 28 Maggio 2008 – n.8/7374".

Per quanto riguarda alle prescrizioni relative alle classi di fattibilità geologica si riportano quelle già indicate nella precedente relazione consegnata con l'aggiunta di due sottoclassi relativamente alla classe 2, resesi necessarie alla luce della valutazione sismica del territorio. Un'altra variante rispetto alla precedente "Carta di Fattibilità" è quella riferita alla fascia di rispetto dei cimiteri e alle fasce di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi comunali di Vigevano che, alla luce della nuova normativa relativa alla stesura dei PGT (D.G.R.. 28 maggio 2008, n. 8/7374) non vanno più inserite all'interno di classi di fattibilità, e sono normate dall'art. 94 del D.Lgs 152/2006 (mentre le fasce di rispetto dei cimiteri sono di competenza dell'urbanista).

### 5.1 Indicazioni generali per la tutele dei suoli

Indipendentemente dalla classe di fattibilità di appartenenza, in considerazione del fatto che una grossa porzione del territorio comunale è caratterizzata da terreni permeabili con bassa soggiacenza della falda freatica, l'Amministrazione Comunale là dove è previsto la realizzazione di insediamenti produttivi, ha facoltà di richiedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti con scarichi industriali, stoccaggio temporaneo di rifiuti e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo. In relazione della tipologia dell'insediamento produttivo, il tecnico incaricato della progettazione dovrà

proporre uno o più sistemi di controllo.

Nel caso di ristrutturazione e ridestinazione di insediamenti produttivi, qualora questi abbiano delle interazioni con la qualità del suolo, sottosuolo e delle risorse idriche, potranno essere richieste dall'Amministrazione Comunale ai fini del rilascio di concessione edilizia o al nulla osta dell'esercizio di attività opportune indagine atte a verificare la salubrità dell'area

### **5.1.1 Classe I - Fattibilità senza particolari limitazioni (bianca)**

In questa classe ricadono le aree per le quali lo studio geologico non ha individuato specifiche controindicazioni all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione delle particelle. Si sottolinea tuttavia che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

### **5.1.2 Classe II Fattibilità con modeste limitazioni (gialla)**

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, quali la modesta soggiacenza della falda e la locale presenza di materiale con scadenti caratteristiche geotecniche. Per superare tali problematiche si rende necessario realizzare ulteriori indagini geologico - tecniche e idrogeologiche. All'interno di tale classe sono state individuate due sottoclassi derivanti dall'analisi sismica del territorio.

Si sottolinea che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

**Sottoclasse 2A** - in questa sottoclasse ricadono le aree nelle quali sono state rilevati terreni con caratteristiche scadenti potenzialmente interessabili da cedimenti in caso di evento sismico. Per tali aree valgono le prescrizioni relative alle aree ricadenti in classe 2, con particolare riguardo alla valutazione di eventuali cedimenti in condizioni dinamiche.

**Sottoclasse 2B:** in questa sottoclasse ricadono le aree nelle quali sono state rilevati terreni con possibile presenza di depositi granulari fini saturi, potenzialmente interessabili da liquefazioni o cedimenti in caso di evento sismico. Per tali aree valgono le prescrizioni relative alle aree ricadenti in classe 2, con particolare riguardo alla valutazione di eventuali fenomeni di liquefazione o cedimenti in condizioni dinamiche.

### **Parere geologico sulla edificabilità**

Sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie; l'edificabilità in queste aree dovranno essere, supportate da indagini puntuale di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico atte a verificare la compatibilità degli interventi di progetto con l'assetto locale. Per quanto riguarda gli edifici produttivi, se non altrove destinabili, dovrà essere ben valutata l'impatto che tale insediamento avrà sulla falda. In particolare, le indagini, dovranno essere mirate al controllo delle condizioni di stabilità degli scavi, dell'efficacia delle opere di sostegno, dell'interazione struttura-terreno ed all'interferenza con la sottostante falda. Gli studi dovranno porre particolare attenzione alle soluzioni idrogeologiche più idonee al fine di salvaguardare gli acquiferi. Pertanto il professionista incaricato dovrà proporre razionali soluzioni tecniche alle varie problematiche geologiche ed idrogeologiche che dovranno essere illustrate in una apposita "Relazione geologica e geologico-tecnica", che farà parte integrante degli atti progettuali.

Per quanto riguarda gli edifici strategici la relazione tecnica dovrà comprendere, nel caso questi ricadano nella sottoclasse 2A e 2B, un approfondimento di indagine di secondo livello mediante la valutazione:

- ✚ dei fenomeni di addensamento in condizioni sismiche e dei cedimenti indotti (sottoclasse 2A)
- ✚ dei fenomeni di liquefazione (sottoclasse 2B)

### **Indagini preventive necessarie**

Sono necessarie puntuale valutazioni ed indagini geotecniche, attraverso apertura di trincee, sondaggi geognostici e/o altre misure di tipo diretto da valutare di volta in volta a secondo della struttura che si andrà a realizzare. Nel caso di insediamenti produttivi dovrà essere valutata la soggiacenza della falda nel corso dell'anno. Queste indagini inoltre avranno lo scopo di valutare la reale profondità della falda. Per quanto riguarda gli edifici strategici la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 settembre 2005.

In ogni caso tutti gli interventi dovranno essere effettuate nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle normative vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14/01/2008 durante la fase attuativa di ogni singolo progetto.

### **Interventi da prevedere in fase progettuale**

In tutti i casi, e soprattutto in occasione di insediamenti di tipo produttivo, nel caso in cui questi non possano essere altrove ubicati, dovranno essere previste opere di salvaguardia alla falda tramite la realizzazione di idonee fognature atte allo smaltimento delle acque superficiali e non; ciò, in considerazione del grado di permeabilità dei depositi alluvionali al fine di evitare possibili inquinamenti. Inoltre è consigliabile prevedere la realizzazione una rete di monitoraggio mediante l'esecuzione di piezometri posizionati in modo idoneo secondo il flusso di falda.

### **5.1.3 Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni (arancione)**

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni dovute alla possibilità di esondazioni in concomitanza di piene straordinarie.

L'utilizzo di queste zone è pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e per consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, le opere di sistemazione e bonifica. Si sottolinea che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilito dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

La terza classe comprende quelle porzioni di territorio nelle quali sono state rinvenute limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio. Ciò in seguito alla possibilità di esondazioni in concomitanza di piene eccezionali del Fiume Ticino. Nell'ambito delle suddette zone l'utilizzo è subordinato alla realizzazione di indagini supplementari, finalizzate ad acquisire un maggior numero di dati che consentano di aumentare la conoscenza sotto il profilo geologico-tecnico e di approfondire alcune situazioni, quali:

- idoneità di destinazione d'uso;
- ammissibilità delle volumetrie;
- opportunità delle tipologie costruttive;
- efficacia delle opere di sistemazione e di bonifica.

Resta, comunque, inteso che qualsiasi modifica di destinazione del territorio dovrà rispettare le norme previste dal D.M. 14/01/2008 e dai vigenti vincoli giuridico-ambientali.

#### **Parere geologico sulla edificabilità**

Sono ammissibile solo opere di limitata volumetria. Gli interventi dovranno essere supportati da indagini puntuali di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico, atte a verificare la compatibilità dei nuovi insediamenti con l'assetto locale di stabilità.

In particolare, le indagini dovranno essere mirate al controllo delle condizioni di stabilità della scarpata morfologica e degli scavi, dell'efficacia delle opere di sostegno, dell'interazione struttura-terreno. Gli studi dovranno oltresì porre particolare attenzione alla regimazione delle acque al fine di evitare l'erosione della scarpata da parte delle acque di dilavamento. Pertanto il professionista incaricato dovrà proporre razionali soluzioni tecniche alle varie problematiche che dovranno essere illustrate in una apposita "Relazione geologica e geologico-tecnica", che farà parte integrante degli atti progettuali.

### **Indagini preventive necessarie**

Sono necessarie puntuale valutazioni ed indagini geotecniche, attraverso apertura di trincee, sondaggi geognostici e/o altre misure di tipo diretto da valutare di volta in volta a secondo della struttura che si andrà a realizzare. Queste indagini inoltre avranno lo scopo di valutare il rapporto fra la struttura che si andrà a realizzare e la stabilità della scarpata.

Esse dovranno essere effettuate nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle normative vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14/01/2008 durante la fase attuativa di ogni singolo progetto.

### **Interventi da prevedere in fase progettuale**

Per i nuovi insediamenti dovranno essere previste lo studio di stabilità del versante nonché il rapporto che intercorre fra la struttura e i terreni di fondazione. Inoltre si dovrà porre particolare attenzione alle opere di smaltimento e di regimazione delle acque superficiali al fine di evitare erosione.

### **5.1.4 Classe IV Fattibilità con gravi limitazioni**

Nell'ultima classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni di alto rischio che comporta gravi limitazioni delle destinazioni d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. In tali aree devono essere rispettate le norme del D.M. 11/03/1988, quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino e quanto previsto dal Progetto di Piano Stralcio per L'assetto Idrogeologico (PAI) adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 in data 11/05/1999. Si sottolinea che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Gropello Cairoli, Marzo 2009

Dott. Geol. Maurizio Fasani