

Regione Lombardia

**COMUNE DI  
CARBONARA AL TICINO**

(Pavia)

STUDIO GEOLOGICO A CORREDO DEL PIANO DI  
GOVERNO DEL TERRITORIO COMUNALE REDATTO  
IN ATTUAZIONE DELLA L. R. N. 12 DEL 11 MARZO  
2005, DELLA D.G.R. N. 8/1566 DEL 22 DICEMBRE 2005  
E DELLA D.G.R. N. 8/7374 DEL 28 MAGGIO 2008.

**RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE**

All. 1

Marzo 2010

Dott. Geol. P. Bellinzona  
Via Rizzolina - 27050 CORANA (PV)  
Tel.0383-78278-340-2603380  
C.F.:BLLPRZ63S51G388I  
P.I.V.A.:01693660183

**Il Sindaco**

**Il Segretario**

Indice	
<b>1. Premessa</b>	pag. 3
<b>2. Inquadramento geografico</b>	pag. 5
<b>3. Metodologia ed impostazione dell'analisi territoriale</b>	pag. 6
<b>4. Zonizzazione del territorio</b>	pag. 7
<i>4.1. Zona del terrazzo alto</i>	pag. 7
<i>4.2. Zona della bassa pianura (frazioni Sabbioni, Cantarana, Canarazzo)</i>	pag. 8
<b>5. Inquadramento climatico generale</b>	pag. 9
<i>5.1 Temperatura</i>	pag. 10
<i>5.2 Precipitazioni</i>	pag. 12
<i>5.3 Venti</i>	pag. 14
<b>6. Geomorfologia</b>	pag. 17
<b>7. Distribuzione e struttura della rete idraulica superficiale</b>	pag. 18
<b>8. Assetto geolitologico e caratteristiche ambientali del territorio</b>	pag. 20
<b>9. Situazione geopedologica e strutturazione dei suoli</b>	pag. 24
<b>10. Assetto idrogeologico</b>	pag. 27
<b>11. Condizioni geomeccaniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale</b>	pag. 30
<b>12. Individuazione delle condizioni di pericolosità</b>	pag. 32
<b>13. Analisi della pericolosità sismica locale</b>	pag. 34
<i>13.1 Normativa Vigente</i>	pag. 34
<i>13.2 Metodologia d'indagine</i>	pag. 36
<i>13.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità</i>	pag. 42
<b>14. Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano</b>	pag. 44
<b>15. Norme geologiche di piano</b>	pag. 45
Bibliografia	pag. 70

## **1. Premessa.**

L'Amministrazione Comunale di Carbonara al Ticino, nel rispetto delle direttive regionali contemplate nella L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 "*Legge per il Governo del Territorio*", ha richiesto l'aggiornamento dello studio geologico redatto secondo la ex L. 41/97 nell'anno 1998 -1999 dalla sottoscritta.

Tale aggiornamento è mirato alla valutazione dell'assetto idrogeomorfologico e sismico del territorio comunale ed alla verifica di compatibilità idraulica dello strumento urbanistico con le fasce fluviali così come previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con delibera n.18/2001.

Lo studio redatto in conformità alle direttive della D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 "*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*" e successivo aggiornamento approvato con la D.G.R. n.8/7373 del 28 maggio 2008, ha lo scopo di dotare l'A. C. di uno strumento di supporto tecnico conoscitivo del proprio territorio e di definire preventivamente i rischi geologici, idrogeologici e sismici attraverso una analisi territoriale che verifichi la compatibilità delle scelte pianificatorie locali con l'assetto ambientale ed idrogeologico del comparto entro il quale vengono a ricadere.

Le finalità del P.G.T. con il supporto delle conoscenze geologico tecniche tendono al perseguimento di un modello di sviluppo urbanistico volto a realizzare

un impiego razionale delle risorse territoriali ed ambientali in un contesto socio economico già consolidato.

L'articolazione dell'indagine ha riguardato la raccolta di studi e ricerche attuali e pregresse desunte da una analisi bibliografica specifica disponibile su tematismi che riguardano la fenomenologia idrogeomorfologica e geoapplicativa per una corretta definizione dei vincoli sull'uso, organizzazione e gestione del territorio nell'ottica di un razionale sviluppo urbanistico.

L'indagine, condotta attraverso un rilevamento geologico tecnico di superficie integrato da informazioni puntuali sul substrato, ricavati mediante sondaggi e prove penetrometriche, riguarda la raccolta e l'elaborazione di dati sulle caratteristiche idrogeomorfologiche della porzione di territorio considerata, ed è corredata da una serie di carte tematiche che visualizzano l'assetto fisico e geologico ambientale di tutto il territorio comunale.

L'analisi ha portato alla elaborazione e stesura di una cartografia i cui tematismi sono propedeutici alla costruzione di una carta di sintesi che individua ambiti omogenei dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

La disamina dei parametri fisici che caratterizzano ciascun ambito nella sua peculiare omogeneità, ha portato alla stesura di una carta di fattibilità geologica delle azioni di piano.

## **2. Inquadramento geografico.**

Il territorio comunale di Carbonara al Ticino si estende su una superficie di circa 14,65 Km<sup>2</sup>, ed è delimitato dall'orlo del terrazzo che si affaccia sulla pianura pavese propriamente detta, a Sud del F. Ticino.

Dal punto di vista altimetrico il territorio, a morfologia pianeggiante, può essere diviso in due settori:

- il territorio alto caratterizzato da quote al di sopra dell'isoipsa 80 m. s.l.m.;
- il territorio basso caratterizzato da quote al di sotto dell'isoipsa 68 m. s.l.m..

Si definisce territorio alto la porzione di pianura che fa capo al "Livello fondamentale della pianura", secondo la denominazione della Carta Geologica d'Italia.

In particolare l'area sulla quale insiste la porzione più elevata del territorio comunale, con il suo prolungamento verso Sud Est, interessando anche il territorio di Cava Manara, costituisce l'estrema propaggine orientale della pianura lomellina incisa dal F.Po e dal F. Ticino.

Il territorio basso si estende a partire dal piede della scarpata morfologica sino al F. Ticino in direzione Nord e Nord-Est.

L'intero territorio è rappresentato cartograficamente sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 e più precisamente nelle sezioni B7a4 Carbonara al Ticino, B7b4 Pavia, B7a5 Zinasco e B7b5 Cava Manara.

Buona parte del territorio comunale è compreso nel "Parco del Ticino".

### **3. Metodologia ed impostazione dell'analisi territoriale.**

La metodologia di indagine è consistita in varie fasi di lavoro e precisamente:

- a) ricerca storica e bibliografica, raccolta dei dati provenienti dalla documentazione prodotta dalle strutture tecniche regionali per la stesura della cartografia di analisi
- b) approfondimento della documentazione acquisita attraverso la lettura diretta delle caratteristiche fisiche del territorio, dell'utilizzazione agricola e del reticolo scolante naturale ed artificiale
- c) analisi della pericolosità sismica locale così come definita nella zonazione regionale
- d) fase di sintesi, valutazione e proposta finale di una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologica, idrogeologica, sismica ed una classificazione d'uso dello stesso.

Attraverso la caratterizzazione del territorio secondo le modalità sopra indicate è stata elaborata una serie di carte tematiche che hanno portato alla definizione delle limitazioni e dei vincoli sulle trasformazioni d'uso e organizzazione del territorio sia in termini urbanistici che geoambientali.

In particolare, la relazione illustrativa dell'assetto fisiografico del territorio comunale, corredata dalle carte tematiche ne specifica l'impiego pratico che va dalle scelte urbanistiche ai piani viabili, ai programmi di intervento fognario, all'utilizzo del suolo per servizi.

La “**Carta di Fattibilità Geologica delle azioni di piano**” è il risultato delle indagini e delle ricerche a carattere geoapplicativo svolte sul territorio comunale che definisce aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e costituisce uno strumento di facile lettura che, oltre a porre limitazioni e indicazioni per le scelte urbanistiche, consente un utilizzo pratico anche per l'impostazione di piani di riconversione agricola e comunque piani mirati al miglioramento ambientale dell'attuale assetto fisico.

#### **4. Zonizzazione del territorio.**

Il territorio comunale è inserito nella porzione nord-occidentale della bassa pianura sino a comprendere la zona delimitata verso Sud dal terrazzo del piano fondamentale della pianura ed è suddiviso in due zone con caratteristiche morfologiche, litologiche e idrogeologiche peculiari.

##### ***4.1. Zona del terrazzo alto.***

Questa parte di territorio altimetricamente più rilevata, comprende il capoluogo ed è delimitata da un terrazzo morfologico che si eleva di circa 12 m. sulla sottostante pianura dove sono ubicate le frazioni Sabbioni, Cantarana e Canarazzo.

I terreni che costituiscono questa zona sono indicati come “Alluvioni della superficie principale della pianura” nel F.59 PAVIA della Carta geologica d'Italia e sono di età olocenica.

Tale zona è caratterizzata da suoli prevalentemente limoso-sabbiosi di colore ocraceo con buone caratteristiche di permeabilità; essa presenta condizioni ottimali per l'insediamento di strutture edilizie e non determina problemi di carattere geotecnico ed idrogeologico.

I caratteri fisiografici salienti del territorio sono dati dalla monotonia del paesaggio agrario dominato dalla monocoltura a mais e riso.

A volte la monotonia del paesaggio è interrotta da alberature lungo le rogge o da pioppeti che ben si adattano all'ambiente pedoclimatico della zona.

La scarpata del terrazzo che delimita la zona alta è caratterizzata da una vegetazione spontanea costituita essenzialmente da robinia pseudoacacia che, rappresentando l'elemento più rimarchevole dal punto di vista naturalistico, andrebbe salvaguardata per la sua funzione paesaggistico-ambientale.

Idrogeologicamente, la falda freatica non interferisce con il piano campagna anche in situazioni pluviometriche stagionali eccezionali, trovandosi ad una quota di molto inferiore.

In generale segue l'andamento morfologico del piano campagna.

#### ***4.2. Zona della bassa pianura (frazioni Sabbioni, Cantarana, Canarazzo)***

Tale zona si estende dal piede del terrazzo fino all'argine di destra del F. Ticino e presenta una certa variabilità litologica che si estende dalle sabbie alle argille con tutte le loro possibili combinazioni.



Dal punto di vista idrogeologico è caratterizzata da una falda a pelo libero con soggiacenze variabili da -1,50 m. a -3,00 m. circa dal piano campagna, in funzione sia dell'andamento pluviometrico stagionale che del periodo di sommersione delle risaie.

Questa caratteristica determina nelle zone più depresse la presenza di aree umide che dal punto di vista ambientale rivestono un certo interesse naturalistico.

Nella fascia compresa tra l'arginatura e l'alveo del F. Ticino sono inoltre presenti residui di vecchie lanche utilizzate per la pesca sportiva.

La presenza della piezometrica così prossima alla superficie, limita necessariamente l'utilizzo del suolo a scopo edificatorio.

## **5. Inquadramento climatico generale.**

Nell'indagine ambientale una particolare attenzione è stata dedicata alla ricerca ed elaborazione dei dati climatici, anche per avere una visione il più completa possibile delle interdipendenze che concorrono alla evoluzione delle caratteristiche fisiografiche dei luoghi e dei fattori che in misura diversa concorrono a determinarle.

I dati e le tabelle riportate sono stati presi da un lavoro di R. Rossetti e M. Tortelli "Esempio di microclima della pianura padana" pubblicato negli Atti Ticinensi Scienze della Terra n.34 – 1994 (pag.39-50).

Sono state prese in considerazione due stazioni di rilevamento climatico (Pavia e Gropello Cairoli) prossime all'area oggetto d'indagine e funzionanti per un periodo sufficientemente lungo di seguito indicato: Pavia 1960-1985 e Gropello Cairoli 1966-1983.

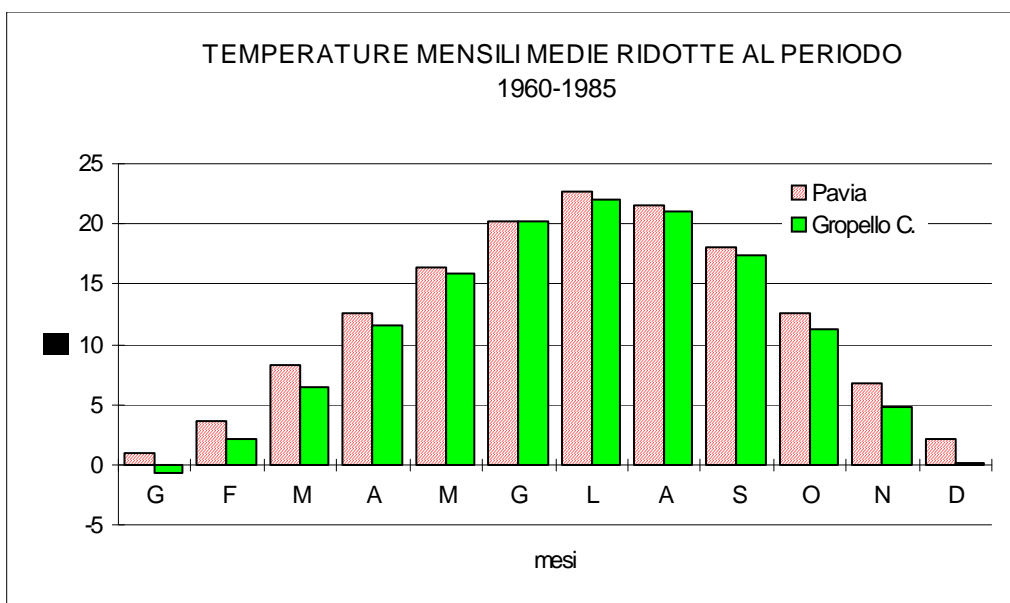
Di queste stazioni sono state analizzate le temperature e le precipitazioni; sono disponibili anche i dati della direzione del vento per Pavia per il periodo 1960-1974.

### **5.1. Temperature.**

Nella Tabella n.1 e nella Fig. n.1 desunti dal lavoro di R. Rossetti e M. Tortelli (Atti Tic. Sc. Terra n.37 - 1994) sono riportate le temperature mensili medie, minime e massime ridotte al periodo 1960-1985 per poter operare un confronto tra le due stazioni come risulta dalla tabella.

Stazione		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Pavia	media	0.9	3.7	8.2	12.6	16.3	20.2	22.6	21.5	18.1	12.6	6.7	2.1	12.1
	min	-9,2	-7,2	-3,7	3,0	9,5	10,8	16,5	15,2	10,6	4,6	-1,7	-6,0	-9,2
	max	12,5	12,5	16,2	19,5	25,1	28,9	28,2	28,3	25,5	20,4	15,6	10,0	28,9
Gropello C.	media	-0.7	2.2	6.5	11.5	15.9	20.2	22.0	21.0	17.4	11.3	4.8	0.2	11.0
	min	-12,0	-7,5	-3,5	-3,0	6,0	10,5	12,5	11,0	7,5	1,0	-5,0	-7,5	-12,0
	max	8,5	9,0	17,5	19,5	23,5	26,5	27,5	28,5	25,5	19,5	14,0	7,5	28,5

**Tabella n. 1** - Temperature medie, minime, e massime mensili (espresse in °C) ridotte al periodo 1960-1985. (R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994 )



**Fig. n.1** Temperature medie mensili ridotte al periodo 1960-1985.(R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n. 37 – 1994)

I valori minimi mensili sono in entrambe le stazioni inferiori allo zero nei mesi invernali, con una punta di  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  nel mese di gennaio, a Gropello Cairoli.

Anche novembre e marzo fanno registrare minimi inferiori a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  con , rispettivamente,  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a Pavia e  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a Gropello Cairoli.

I valori massimi si registrano nei mesi d'agosto e settembre e tali valori risultano simili in entrambe le stazioni; a Pavia le temperature estive risultano più elevate di circa  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  nei mesi di giugno e luglio.

I dati sopra indicati sono tipici del clima continentale, con inverni rigidi associati ad intense nebbie per il fenomeno dell'inversione termica.

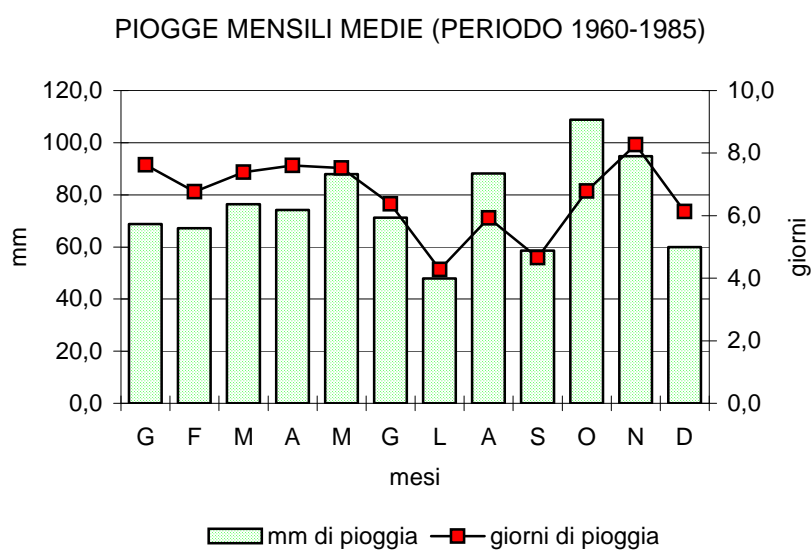
Le due località prese in considerazione sono caratterizzate da estati calde ed afose.

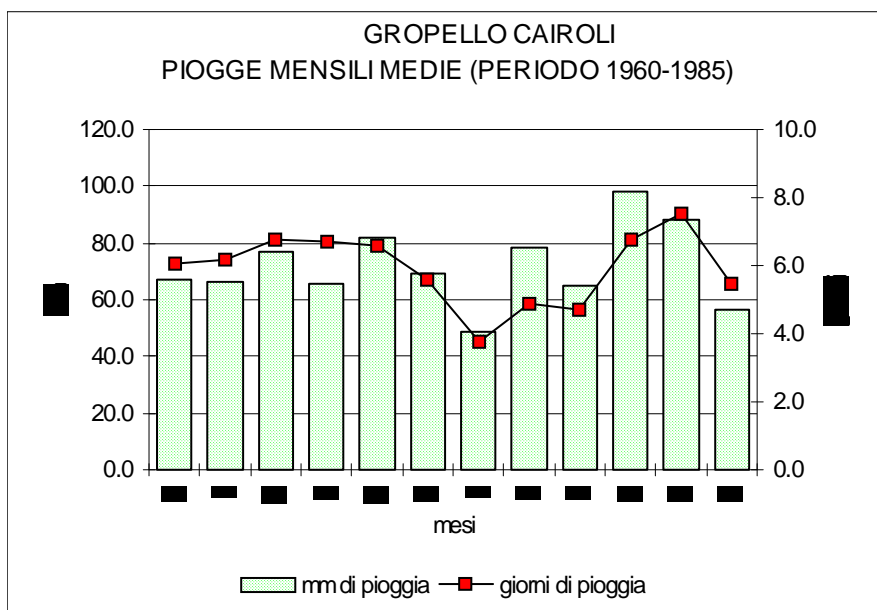
## 5.2. Precipitazioni

Per avere un'idea delle condizioni pluviometriche della zona sono stati presi in considerazione i dati pluviometrici rilevati nelle stazioni di Pavia e Gropello Cairoli visualizzati nella Tabella n.2 e nella Fig. n.2 sempre dedotte dal lavoro di R. Rossetti e M. Tortelli (Atti Tic. Sc. Terra n.37 - 1994).

Stazione		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Pavia	mm	68.8	67.2	76.4	74.2	88.0	71.2	47.9	88.2	58.6	108.8	94.9	60.0	904.2
	gg	7,6	6,8	7,4	7,6	7,5	6,4	4,3	5,9	4,7	6,8	8,3	6,1	79,4
Gropello C.	mm	67.1	66.5	76.9	65.6	81.6	69.1	48.4	78.1	64.9	98.2	88.4	56.7	861.5
	gg	6,1	6,2	6,8	6,7	6,6	5,6	3,7	4,9	4,7	6,7	7,5	5,5	71,0

**Tabella n.2** –Precipitazioni mensili (esprese in mm. ) e numero di giorni piovosi ridotti al periodo 1960 – 1985. ( R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)





**Fig. n.2** ( R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)

I dati mensili d'altezza delle precipitazioni in mm. e del numero di giorni piovosi si riferiscono, come per le temperature, al periodo 1960-1985 per la stazione di Pavia e per gli anni 1966-1983 alla stazione di Gropello Cairoli.

Le precipitazioni presentano due massimi in primavera (marzo e maggio) e in autunno (ottobre e novembre), stagione nella quale si ha il massimo apporto annuo.

È nel mese d'ottobre che si registra il valore massimo, con 108,8 mm. a Pavia e 96,2 mm. a Gropello Cairoli.

Le piogge estive sono poco superiori a quelle invernali, con minimi nei mesi di luglio (47,9 mm. a Pavia) e dicembre (56,7 mm. a Gropello Cairoli).

Pavia, con 904,2 mm., è la stazione con le maggiori precipitazioni medie annue.

Il numero di giorni piovosi è massimo in primavera (mediamente superiore a 7) e minimo in estate, con 3,7 giorni in luglio nella stazione di Gropello Cairoli.

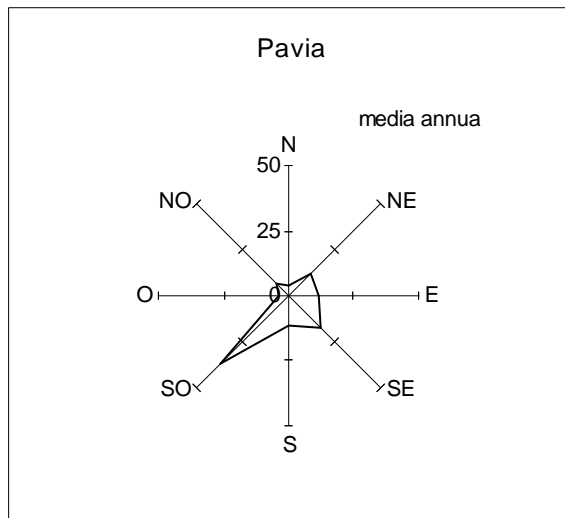
Da una analisi comparata tra i dati della piovosità e quelli relativi all'andamento della freaticimetria si può ritenere che le precipitazioni nella zona non influiscono sensibilmente sulle modificazioni stagionali della superficie freatica.

### **5.3. Venti.**

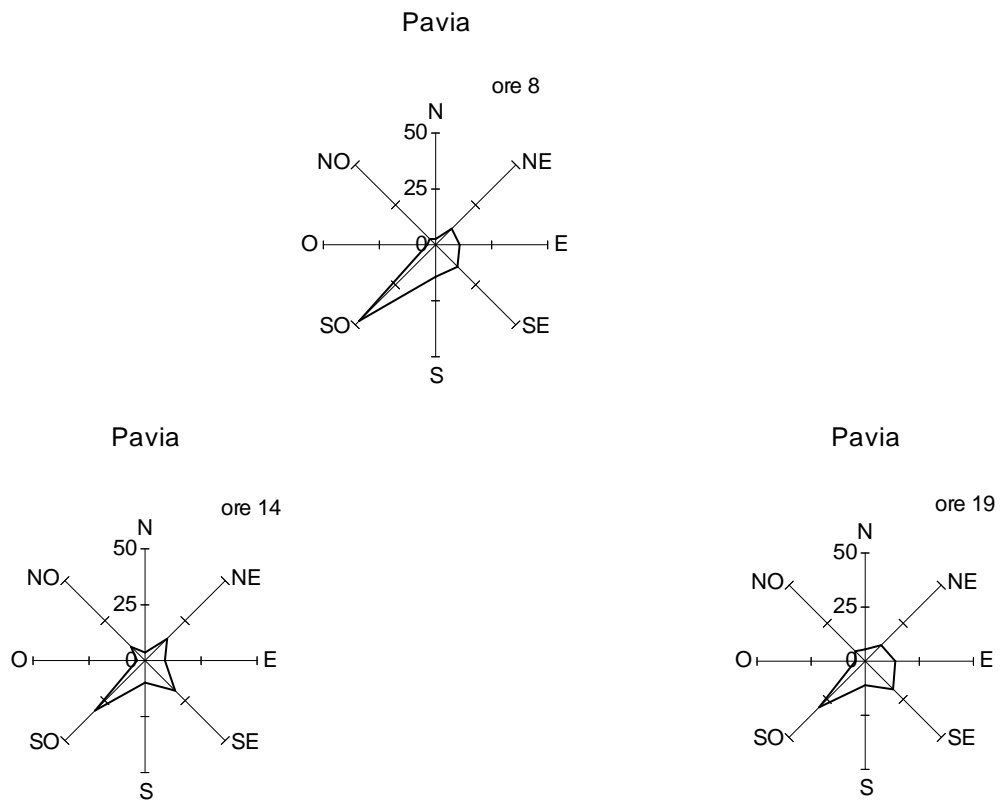
Per completare il quadro climatico della zona che fa capo al territorio comunale, viene dato un accenno ai venti che, insieme alle temperature ed alle precipitazioni, costituiscono uno degli elementi più significativi ed essenziali.

Per l'analisi di questo parametro climatico è stato possibile utilizzare soltanto i dati di direzione dei venti della stazione di Pavia e riferentesi al periodo 1960-1974 desunti dal lavoro R. Rossetti e M. Tortelli (Atti Tic. Sc. Terra n.37 - 1994).

Nella Fig.3-3a sono rappresentate le medie annuali e orarie (ore 8, 14, 19) della direzione del vento espresse in percentuale e suddivise in otto settori (da N a NO).



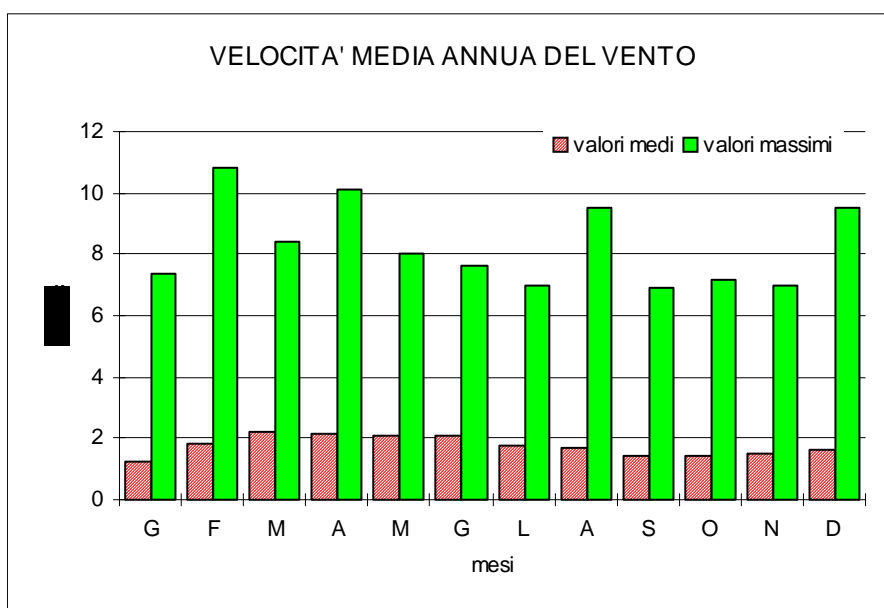
**Fig. n.3** Direzione media del vento. (R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)



**Fig.n.3a** Direzione media del vento. (R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)

E' evidente la dominanza di provenienza dei venti dal settore di SO, (quasi il 50% alle ore 8, dal 30% al 32% rispettivamente alle ore 14 e alle ore 19).

Seguono le direzioni SE (19%) e NE (14%) alle ore 14, SE (19%) ed E (14%) alle ore 19, alle ore 8 il secondo in ordine d'importanza è il settore S (14%) seguito dal SE (13%).



**Fig. n. 4** Velocità media annua del vento. (R. Rossetti e M. Tortelli Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)

La velocità del vento (Fig.n.4), rilevata solo in questa stazione, è maggiore nei mesi primaverili (> 2 m/s), in corrispondenza dei valori più elevati di velocità



massima oraria (6-8 m/s) con punte di 10 m/s nel mese di aprile, risulta ridotta nel periodo autunnale (1-1,5 m/s).

Le frequenze dei venti si mantengono su valori non molto alti, la velocità solo raramente raggiunge valori molto elevati, poco frequenti sono i venti forti e quelli burrascosi.

Le condizioni anemometriche sono estensibili con sufficiente approssimazione al territorio comunale.

## **6. Geomorfologia.**

Lo studio geo-ambientale del territorio comunale ha posto particolare attenzione all'assetto morfologico partendo da un preliminare esame dell'altimetria dell'area.

Le informazioni acquisite sono state elaborate e visualizzate in una carta tematica nella quale si sono evidenziate le emergenze paesaggistiche che testimoniano le divagazioni del corso del F. Ticino in tempi storici.

In alcune zone si rinvencono tracce dei sistemi di meandri abbandonati dal F. Ticino che hanno improntato il territorio prima della costruzione delle arginature e la stessa parcellatura dei campi evidenzia ancora in alcuni tratti il corso dei canali abbandonati, come nel caso della zona a Sud della frazione Cantarana e a Nord della frazione Sabbioni, nonostante l'intensa antropizzazione.

L'assetto fisiografico del territorio comunale è il risultato di eventi che si sono verificati in periodi recenti dell'evoluzione geomorfologica della valle del F. Ticino.

L'evoluzione climatica e le modificazioni del corso del F. Ticino in un alternarsi di episodi alluvionali ed erosivi ha rimodellato la pianura lasciando a testimonianza della passata attività i terrazzamenti e le direttrici principali del flusso delle acque superficiali.

Attraverso l'esame di foto aeree è stato possibile individuare tracce di paleocanali abbandonati in tempi relativamente recenti che delimitano aree con caratteristiche litologiche, ambientali e vegetazionali particolari.

L'intensa antropizzazione ha modificato radicalmente la struttura della pianura e le direttrici principali evidenziate dai terrazzi alluvionali con scarpate modeste sono state obliterate dagli spianamenti effettuati per rendere coltivabili le terre.

La carta geomorfologica mette in evidenza le modificazioni antropiche che nel tempo hanno contribuito alla edificazione dell'attuale assetto fisiografico del territorio.

## **7. Distribuzione e strutturazione della rete idraulica superficiale.**

La zona è solcata da una fitta rete di canali distributori e colatori di vecchia impostazione in relazione alla necessità di portare acqua ai campi per un'irrigazione che normalmente viene praticata per scorrimento.

Il reticolo idrografico presenta in generale tre ordini d'impostazione in relazione al compito che deve assolvere.

Esiste un sistema di canali adduttori che distribuiscono le loro acque ad un sistema secondario di rogge e canali che portano le acque direttamente ai campi.

Una rete scolante minore normalmente serve a scolmare le acque eccedentarie convogliandole o nelle zone più ribassate o direttamente nei corsi d'acqua naturali che fungono da aste drenanti principali.

Occorre rimarcare il fatto che le acque meteoriche nel loro movimento di percolazione verso il basso sono condizionate dalla diversa permeabilità dei materiali che attraversano con conseguente modificazione della velocità e della direzione di flusso originando a volte falde sospese.

La rete idrografica e l'intera circolazione idrica superficiale condizionano il regime dell'acquifero più superficiale ed indirettamente il sistema di falde interconnesse.

Il Cavo Orlandi distribuisce le acque nella porzione di territorio comunale che si estende sul piano fondamentale della pianura lomellina, a Sud del Capoluogo.

La Roggia Castellana, la Paludenta e la Moresca distribuiscono le acque nella porzione settentrionale del territorio comunale che rientra nel terrazzo basso.

La Roggia Carminata distribuisce le acque nella porzione settentrionale del territorio comunale, sino all'argine del Ticino.

La rete irrigua determina poi l'organizzazione e la forma dei campi sfruttando la pendenza naturale del terreno.

Con la pratica del livellamento meccanico del suolo si tende ad allargare la maglia dei campi in funzione del nuovo assetto colturale che tende verso la monocoltura risicola.

Lungo le sponde dei canali a volte sono presenti alberature che progressivamente tendono ad essere eliminate per consentire una più agevole pulizia degli stessi.

## **8. Assetto geolitologico e caratteristiche ambientali del territorio.**

Al fine di un preliminare inquadramento della zona è stato utilizzato il FOGLIO 59 PAVIA della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, dove è visualizzato cartograficamente l'assetto geologico del territorio comunale.

Il territorio è caratterizzato da depositi alluvionali che appartengono al complesso dei sedimenti terrigeni trasportati dal F. Ticino e tali depositi si appoggiano su sedimenti marini sepolti individuati dalle esplorazioni effettuate dall'AGIP Mineraria a profondità di oltre 250 m.

Il materasso alluvionale è costituito quindi da formazioni continentali variamente interdigitate ed in questo complesso sono racchiusi gli acquiferi sfruttabili per uso idropotabile.

Da un punto di vista fisico, il territorio è nettamente distinguibile in due zone con differente altimetria e con specifiche caratteristiche litologiche , idrogeologiche e pedologiche.

Le differenze morfologiche che caratterizzano le due zone derivano sia dalle modalità attraverso le quali sono avvenuti i processi di erosione e di deposizione ad opera degli agenti modellatori come il vento, la pioggia , i corsi d'acqua, sia dall'evoluzione ciclica del modellamento stesso.

Il territorio comunale rientra nel sistema orografico e idrografico padano e si è edificato ed evoluto conseguentemente al riempimento alluvionale di quell'ampio golfo che prima del Quaternario era occupato dal mare Adriatico.

Il terrazzamento di questa parte di territorio deriva dalle alterne vicende di deposizione ed erosione ad opera del F. Ticino.

Il capoluogo è ubicato sul terrazzo più elevato, indicato come il “piano fondamentale della pianura” dalla terminologia geologica.

Verso Nord e Nord-Est il territorio, che comprende le frazioni di Sabbioni, Cantarana, Canarazzo, si estende sulla bassa pianura posta a livello del F. Ticino e caratterizzata da sedimenti alluvionali recenti e altimetricamente di poco rilevata rispetto alla zona golenale che comprende le aree interne delimitate dalle arginature e dall'alveo del F. Ticino.

La porzione di territorio sul quale è impostato il capoluogo è quasi esclusivamente costituita da terreni sabbioso-limosi a varie pigmentazioni che cronologicamente risultano essere i più antichi.

Dal punto di vista idrogeologico tale zona non è influenzata dalla falda freatica che, trovandosi ad una quota di molto inferiore rispetto al piano campagna, condiziona il regime idrico dei suoli.

La scarpata che delimita il piano fondamentale è coperta da una vegetazione che conserva ancora alcuni caratteri di naturalità ma in generale la vegetazione naturale nell'ambito territoriale è ridotta a poche e ristrette macchie boschive con farnie, ontani, pioppi bianchi e salici, ambienti che hanno una indubbia importanza naturalistica e quindi degni di essere tutelati.

A quote più basse si rinvengono altri gradini modellati in terreni via via più recenti e di conseguenza meno alterati: sono questi i terreni riferibili alle "Alluvioni recenti" della C.G.I e presentano quote assolute che si aggirano attorno ai 60-62 m. s.l.m. con pendenze dell'ordine 1,2 ‰.

Questa zona più ribassata è costituita da terreni alluvionali recenti di natura essenzialmente sabbioso-limosa con plaghe argilloso-limose, sabbiose o sabbioso-ghiaiose.

Sono pure presenti plaghe sparse di depositi torbosi, frequenti nella parte più occidentale del territorio comunale.

Anche questa zona è solcata da una fitta rete di canali e di rogge che conservano l'acqua durante tutto l'anno.

La zona golenale compresa tra le arginature e l'alveo del F. Ticino da un punto di vista geologico e pedologico è molto simile all'area di bassa pianura esterna

all'arginatura, differendo da questa soltanto per una tessitura dei terreni più varia e con pedogenesi alquanto ridotta.

Qui il seminativo risulta occasionale mentre gli impianti a pioppeto sono distribuiti con una certa frequenza.

La limitata coltivazione di queste terre rivierasche ha fatto in modo che il paesaggio conservi localmente carattere di naturalità ed inoltre essendo tutta la zona soggetta a periodiche inondazioni si vengono a creare ambienti umidi del tutto caratteristici.

A volte la monotonia del paesaggio è interrotta da alberature lungo le rogge costituite da pioppi e ontani che ben si adattano all'ambiente pedoclimatico della zona.

La distribuzione dei tipi colturali ha visto negli ultimi anni un incremento notevole della coltura del riso a scapito del frumento e del mais in relazione alla notevole disponibilità idrica per la sommersione delle risaie.

Questa tendenza richiede disponibilità idriche via via crescenti che non sempre vengono soddisfatte significando che forse si renderà necessario un ritorno alla vocazionalità dei terreni per rendere armonico il rapporto con l'ambiente.

Per la rappresentazione cartografica degli indicatori fisici del territorio è stata utilizzata la cartografia tecnica regionale alla scala 1:10.000.

Sono stati così acquisiti alcuni parametri idrogeologici relativi alle caratteristiche idrauliche della falda freatica consentendo di valutare con buona approssimazione l'escursione della stessa nell'arco annuale.

Riprendendo quanto già è stato detto, la zona che costituisce il piano fondamentale della pianura è normalmente delimitata da una scarpata che la borda in tutta la sua estensione e presenta caratteri litologici e pedologici diversi da quella sottostante essendo quasi esclusivamente costituita da terreni sabbiosi e limosi a varie pigmentazioni.

Idrogeologicamente differisce dalla zona più ribassata poiché non è influenzata dalla falda freatica, la quale, trovandosi ad una quota di molto inferiore al piano campagna ha limitate possibilità di affiorare.

Proseguendo verso il Ticino la falda si abbassa sempre più e lungo l'orlo della scarpata del piano fondamentale, al suo piede, in alcuni punti la falda freatica affiora dando origine a sorgenti di terrazzo che ad esempio alimentano la Roggia Grande che corre ai piedi del terrazzo.

## **9. Situazione geopedologica e strutturazione dei suoli.**

Nell'ambito della zona esiste una differenziazione tra i suoli che caratterizzano il piano fondamentale della pianura alta e quelli che concorrono a formare la bassa pianura che si evolve dal suo piede sino all'argine in destra del F. Ticino.

Tutti questi suoli rientrano nel gruppo genetico delle terre brune e rappresentano il prodotto di un moderato dilavamento in un clima temperato con evaporazione e temperatura media annua non molto elevata.



Nella zona il processo antropico dominante è il rimaneggiamento degli orizzonti di superficie conseguente al livellamento dei campi ed a volte tale rimaneggiamento interessa addirittura il substrato costituito da sedimenti a prevalente tessitura sabbiosa, che formano l'ossatura del piano fondamentale.

I suoli sono stati distinti e cartografati sulla base di differenziazioni essenzialmente tessiturali.

In particolare la porzione di territorio che fa capo al piano su cui insiste il Capoluogo è caratterizzato da un'associazione di suoli a prevalente tessitura sabbiosa assimilabile all'associazione di suoli bruni lisciviati.

In genere i suoli rispecchiano le caratteristiche mineralogiche del substrato anche se un'intensa pedogenizzazione, denunciata dall'alterazione spinta dei minerali argillosi, è presente negli orizzonti di profondità.

La colorazione di questi suoli è giallo-bruno e la pigmentazione è dovuta alla presenza di ossidi di ferro; essi tendono a drenare rapidamente le acque meteoriche.

In alcune aree dove i fattori della pedogenesi hanno potuto agire per più tempo i suoli presentano profili più differenziati con un orizzonte illuviale più marcato.

I suoli a tessitura francamente sabbiosa sono localizzati nella porzione di piano alto sud-orientale e risultano poco dotati di sostanza organica.

Essi presentano una bassa fertilità congenita, si riscaldano facilmente ed in genere tendono al subacido.

Questi suoli presentano buona potenzialità se vengono frequentemente emendati con materiale organico.

Sono comunque suoli superficiali ricchi di scheletro, carenti di calce e basi in genere, le alluvioni su cui si sono formati sono costituite da sabbie ad elevato contenuto di elementi silicei.

Nella zona ribassata che fa capo alla pianura a livello dei corsi d'acqua, geologicamente costituita da terreni alluvionali recenti, sono presenti suoli rimaneggiati a tessitura argillosa o argilloso-sabbiosa a volte ghiaiosa.

Questi suoli sono caratterizzati da profili sottili e fortemente antropizzati e presentano al loro interno marcate idromorfie.

La colorazione è in genere grigia o grigio-azzurra, presentano un drenaggio lento e sono soggetti a frequenti ristagni d'acqua.

Tutti i suoli presenti in queste zone sono caratterizzati da un'elevata fragilità ambientale in relazione alla loro strutturazione fisica nonché alle continue e ripetute lavorazioni che non consentono il formarsi di aggregati strutturali argillo-humici.

Questi suoli risentono della vicinanza della falda freatica che risulta prossima al piano campagna.

La vulnerabilità della falda ove è presente questa tipologia di suoli è strettamente legata alla loro strutturazione litologica e capacità autodepurativa i cui meccanismi non sono ancora ben conosciuti per mancanza di sperimentazione.

Lo sfruttamento monocolturale cui sono sottoposti questi suoli limita l'evoluzione naturale dei profili ingenerando orizzonti di accumulo soprattutto di pesticidi che vengono normalmente utilizzati in agricoltura.

## **10. Assetto idrogeologico.**

L'assetto idrogeologico del territorio comunale presenta peculiarità in relazione alle unità morfo-strutturali che lo caratterizzano.

Anche la circolazione idrica sotterranea e superficiale risente di queste peculiarità realizzandosi in maniera diversa nella zona di alta pianura ed in quella di bassa pianura.

La porzione di pianura entro la quale è compreso il territorio comunale, è caratterizzata da una potente coltre di materiali alluvionali entro la quale si sviluppano gli acquiferi.

La conoscenza dell'assetto geoidrologico della parte di pianura nella quale è compreso il territorio comunale permette la formulazione di ipotesi attendibili sulla circolazione e la potenzialità delle falde sotterranee che saturano gli acquiferi.

La consistenza ed il numero di detti acquiferi sono variabili in relazione all'assetto geolitologico del materasso alluvionale ed ai fattori idrogeologici che lo caratterizzano.

L'esame della stratigrafia del pozzo comunale recentemente terebrato ha permesso la ricostruzione della struttura idrogeologica del materasso alluvionale.

Il censimento dei pozzi idrici presenti e la corrispondente misura della profondità della superficie piezometrica espressa in metri ha reso possibile la ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica e l'individuazione delle aree potenzialmente esposte a rischio nei periodi con elevata piovosità.

E' stato inoltre stabilito che il senso di scorrimento della falda si evolve verso un ventaglio con direzione prevalente da SO a NE con caduta piezometrica che si aggira entro il 2 ‰.

Il quadro geoidrologico che ne deriva è caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale a pelo libero sovrapposto ad altri più profondi, talvolta in pressione.

Su tutto il territorio compreso tra il F. Ticino ed il F. Po è presente un acquifero freatico il cui livello piezometrico si colloca a profondità comprese tra un metro ed una quindicina di metri dal piano campagna in funzione dei rapporti con la topografia, con la situazione climatica, con la strutturazione del reticolo idrografico naturale ed artificiale nonché con il sistema irriguo legato alla coltivazione del riso e del mais.

I sistemi idrogeologici profondi si sviluppano uniformemente su tutto il territorio con un assetto blandamente monoclinale ed un flusso idrico con vergenza verso l'asta del F. Ticino.

La parte di territorio compresa nella pianura più ribassata è caratterizzata da una superficie freatica localizzata a poca profondità dal piano campagna; la sua oscillazione, sensibile all'andamento pluviometrico stagionale ed alle piene del F. Ticino, potrebbe porre dei problemi alle aree urbanizzate localizzate alle quote più basse.

Per queste zone la normativa dovrà tenere conto di questa situazione quando dovessero essere rilasciate le autorizzazioni per le nuove edificazioni.

Al contrario la situazione idrogeologica della zona sulla quale è impostato il capoluogo non pone problemi alla edificazione poiché la superficie freatica risulta molto ribassata; è possibile quindi edificare anche scantinati.

La strutturazione idrogeomorfologica del territorio comunale è talmente diversificata che è impossibile definire con precisione le varie aree soggette a possibili processi di degradazione inquinante sulla base dei parametri che favoriscono la vulnerabilità delle falde in particolare di quella freatica.

Per addivenire ad una puntuale definizione di tutti i parametri che influenzano la vulnerabilità degli acquiferi occorrono indagini complesse che esulano dalla presente trattazione sia per questioni temporali che economiche non sostenibili dall'Amministrazione comunale.

In generale basandoci su indagini pregresse e sui dati raccolti nell'espletamento dell'incarico è stata realizzata una carta idrogeologica ove vengono visualizzate le aree più vulnerabili sotto il profilo idrogeologico.

Nella costruzione di questa carta si è tenuto conto soprattutto della strutturazione dei suoli e del loro substrato in termini litologici nei loro rapporti con la falda.

In generale nell'ambito del territorio possono essere definite due zone a differente grado di vulnerabilità.

La porzione di territorio che ricade sul piano generale terrazzato sia per la sua strutturazione geolitologica, geopedologica che per la potenza dei sedimenti che costituiscono elementi di protezione dell'acquifero, può essere definita con un grado di vulnerabilità medio-bassa.

La porzione di territorio compresa nella bassa pianura a livello dei corsi d'acqua presenta un elevato grado di vulnerabilità sia per strutturazione geolitologica che per la presenza della falda freatica a pochi metri dalla superficie.

## **11. Condizioni geomeccaniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale.**

Tra i fattori che condizionano in modo determinante le scelte urbanistiche vanno annoverate anche le caratteristiche geotecniche dei terreni che si riflettono direttamente sulle caratteristiche di portanza del terreno di fondazione.

Queste caratteristiche si possono modificare in senso negativo in relazione anche alla situazione idrogeologica locale.

Infatti dal punto di vista geotecnico occorrerà operare con prudenza in quei terreni che fossero sollecitati da carichi unitari notevoli e soggetti all'azione altalenante delle acque di falda.

In linea generale e sulla base di prove geognostiche realizzate nell'ambito del territorio è possibile definire una scala dei parametri geotecnici che consentono di attribuire alle singole zone caratteristiche geomeccaniche: buone, mediocri, scadenti e pessime.

In ogni caso occorrerà operare con prudenza in quei terreni che fossero sollecitati da carichi unitari notevoli.

In particolare per i terreni che interessano il piano fondamentale della pianura con caratteristiche geomeccaniche buone è stata ricostruita la seguente tabella che riassume i valori medi dei parametri geotecnici:

<b>Parametri geotecnici</b>	<b>Materiali : Sabbie e limi sabbiosi</b>
Peso di volume $\gamma$ in t/mc.	1,80
Angolo di attrito $\phi$	28° -32°
Densità relativa (%)	30-60
Permeabilità K in cm/sec	$10^{-2}$ - $10^{-4}$

Nell'area della bassa pianura, sotto il terrazzo, sono state individuate aree con caratteristiche geomeccaniche da buone a mediocri e a scadenti i cui parametri indicativi sono stati riportati nella seguente tabella:

<b>Parametri geotecnici</b>	<b>Materiali : Sabbie e ghiaie</b>	<b>Materiali : Limi e limi argillosi</b>	<b>Materiali: Argille limose</b>
Peso di volume $\gamma$ in t/mc.	1,80	1,80	1,80
Angolo di attrito $\phi$	30-38°	24° -28°	-
Densità relativa (%)	40-80	20-40	-
Coesione non drenata (kg/cmq)	-	0,40-0,60	0,15-0,45
Permeabilità K in cm/sec	$>10^{-2}$	$10^{-4}$ - $10^{-6}$	$10^{-6}$ - $10^{-7}$

## **12. Individuazione delle condizioni di pericolosità.**

La fase di sintesi comprende la Carta dei vincoli che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative geologiche vigenti, sono individuati i vincoli presenti nelle aree appartenenti alle fasce fluviali definite dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approvato con D.P.C.M. del 24/7/98 riguardante l'asta del Fiume Po ed i tratti terminali dei principali affluenti.

Con deliberazione n.18/2001 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Po ha adottato il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI), ossia l'insieme dei provvedimenti di regolazione delle politiche di difesa del suolo nel settore assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del F. Po ai sensi dell'art.4 comma 1, lettera c, della Legge 183/80.



Le norme tecniche d'attuazione del PAI suddividono il territorio in fasce fluviali, zone soggette a speciali vincoli e prescrizioni in funzione delle specifiche condizioni idrogeologiche ai fini della conservazione del suolo della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici.

Nella "Carta di sintesi" sono riportate le aree definite come ambiti a pericolosità omogenea riferita allo specifico fenomeno che la genera.

In particolare sono state cartografate le aree caratterizzate da vulnerabilità idrogeologica e le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.

La sovrapposizione di più elementi di pericolosità ha determinato ambiti caratterizzati da più fattori limitanti definiti nella cartografia di analisi.

In particolare sono state individuate aree considerate fragili dal punto di vista della vulnerabilità idrogeologica perché caratterizzate da una bassa soggiacenza della falda.

Tali aree morfologicamente più ribassate, sono individuate al di sotto del terrazzo che separa il livello fondamentale della pianura da quello delle alluvioni recenti ed attuali del F. Ticino.

Le aree più ribassate, comprese entro la pianura geologicamente riferita alle alluvioni recenti, sono ritenute fragili sotto il profilo idraulico essendo soggette ad esondazioni durante le piene.

In queste zone sono state riportate le delimitazioni delle fasce fluviali individuate dal PSFF e successivamente modificate dal PAI.

Tali zone presentano inoltre un elevato grado di vulnerabilità dovuto alla elevata permeabilità per porosità dei depositi alluvionali.

Nella territorio è ubicato un pozzo utilizzato per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto comunale, per il quale è stata visualizzata e delimitata in carta l'area di salvaguardia, come prescrive la legge, utilizzando il criterio geometrico.

La zona di tutela assoluta, non cartografata, comprende l'area immediatamente circostante la captazione e ha un'estensione di 10 m. di raggio dal punto di captazione.

Tale zona è protetta ed adibita esclusivamente ad opere di captazione e infrastrutture di servizio.

E' stata cartografata anche l'area di una ex cava ubicata a NE del Capoluogo.

### **13. Analisi della pericolosità sismica locale.**

#### ***13.1 Normativa vigente.***

Con l'entrata in vigore della L.R.12/2005 sui Piani di Governo del Territorio, la Regione Lombardia ha stabilito con D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 i nuovi *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005 ,n.12”*; successivamente con la D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 è stato approvato l'aggiornamento dei criteri sopra citati.

I nuovi criteri definiscono le indicazioni per l'analisi del rischio sismico in attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e del D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

L'Ordinanza prevede la riclassificazione sismica di tutto il territorio nazionale ed in particolare, che nei territori non classificati nella precedente normativa, considerati a bassa sismicità, sia introdotta la zona 4 e che sia lasciata facoltà alle regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

La Regione Lombardia con la D.G.R. n. 7/14964 del 7 novembre 2003 prevede nella zona 4 l'obbligatorietà dell'applicazione delle norme tecniche definite dall'Ordinanza ai soli edifici strategici e rilevanti ed alle opere infrastrutturali che rivestono particolare importanza ai fini di protezione civile durante gli eventi sismici.

Con l' allegato A del d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 la Regione Lombardia approva l'elenco delle tipologie degli edifici e le opere infrastrutturali e rilevanti.

Con il D.M. 14 settembre 2005 “*Norme tecniche per le costruzioni*” venivano indicati i criteri antisismici per la progettazione e la verifica delle nuove strutture.

Successivamente il D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*” entrato in vigore il 6 marzo 2008, ha modificato alcune tematiche relative alla progettazione antisismica.

Infatti ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 la determinazione delle azioni sismiche in fase progettuale è valutata sito per sito in base ai valori riportati nell'allegato B del sopra citato decreto.

Per la nuova progettazione di edifici e di opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 vengono applicate direttamente le norme del D.M. 14 gennaio 2008.

Per tutta la durata del periodo di monitoraggio nella Regione Lombardia, in zona 4, la progettazione antisismica era obbligatoria solo per gli edifici strategici e rilevanti elencati nel d.d.u.o. sopra citato, non rientranti nel decreto del Capo del Dipartimento di Protezione Civile.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la progettazione antisismica è obbligatoria per tutte le nuove costruzioni.

### ***13.2 Metodologia d'indagine.***

Al fine di verificare che le scelte urbanistiche all'interno del territorio comunale riguardino aree idonee dal punto di vista geologico e sismico, la metodologia riportata nello studio "**Determinazione del rischio sismico ai fini urbanistici in Lombardia**" Giugno 1996 – Regione Lombardia, Servizio Geologico e C.N.R., Istituto di ricerca sul rischio sismico" che veniva considerato studio di riferimento nelle precedenti direttive per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori in attuazione dell'art. 3 della ex L.R. 41/97, approvate con D.G.R. n.7/6645 del 29 ottobre 2001, viene ridefinita con la

metodologia di analisi riportata nell'Allegato 5 della D.G.R. 8/1566 aggiornata dalla D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Tale metodologia fa riferimento ad uno “**Studio Pilota**” redatto dal Politecnico di Milano- Dipartimento di Ingegneria Strutturale che ha utilizzato indagini dirette e prove realizzate in alcune aree campione della Lombardia e prevede tre livelli di approfondimento.

La Regione Lombardia ha fornito uno schema che raccoglie i vari **scenari di pericolosità sismica locale** che possono essere perimetrati arealmente o linearmente.

**Questa perimetrazione costituisce il primo livello di approfondimento e fornisce la base per l'applicazione dei livelli successivi.**

Per i territori classificati in zona sismica 4 il passaggio al **2° livello** di approfondimento è previsto, secondo la normativa regionale, per gli scenari di pericolosità **Z3** (Z3a : zone di ciglio  $H > 10$  m., scarpata con parete subverticale , bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica; Z3b: zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo : appuntite – arrotondate) e **Z4** ( Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi; Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre; Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche); Z4d: zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio colluviale).

Questo approfondimento è obbligatorio nel caso in cui sia prevista la costruzione di edifici strategici e rilevanti elencati nel d.d.u.o. n. 19904/03 ed è facoltà dell'Amministrazione comunale estendere tale livello di approfondimento anche ad altri edifici il cui uso preveda normali affollamenti senza funzioni pubbliche e sociali, industrie con attività pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni d'emergenza.

Il **2° livello** prevede una caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione negli scenari che sono stati perimetrati nella Carta della Pericolosità Sismica Locale e fornisce la stima della risposta sismica locale in termini di **fattore di amplificazione Fa**.

Il fattore Fa si riferisce ad intervalli di periodo compresi tra 0,1 s - 0,5 s e 0,5 s - 1,5 s relativi a differenti tipologie edilizie.

In particolare il periodo compreso tra 0,1 s e 0,5 s è caratteristico di strutture basse, regolari e rigide mentre il periodo 0,5 s- 1,5 s è caratteristico di strutture più alte e flessibili.

Nell'Allegato 5 alla D.G.R. n.8/7374 sono riportate le schede interpretative relative agli effetti litologici e morfologici che partono dalla valutazione in sito della velocità delle onde sismiche ( $V_s$ ) determinata attraverso prove dirette o indirette.

Il fattore di amplificazione ottenuto deve essere confrontato con il fattore di soglia comunale per varie categorie di suolo di fondazione e per i due intervalli di periodo.

La normativa regionale prevede che nel caso in cui il fattore di amplificazione calcolato sia inferiore o uguale a quello di soglia comunale venga applicato lo spettro di risposta previsto dalla normativa e l'area rientri nella classe di pericolosità H1.

Se invece il fattore calcolato è superiore a quello di soglia, sono necessarie analisi più approfondite che dovranno essere realizzate in fase progettuale.

Queste aree rientrano in classe di pericolosità H2 e verranno sottoposte agli approfondimenti di **3° livello**.

Il **3° livello** di approfondimento si applica in fase di progetto ed è finalizzato a definire eventuali interventi di mitigazione del rischio sismico.

Il presente studio è stato predisposto secondo i criteri definiti nell'aggiornamento approvato con la D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 8/1566 ed è volto alla redazione della **Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)** che costituisce il **I° livello** di approfondimento della componente sismica territoriale.

L'analisi della pericolosità sismica parte dalle informazioni di carattere morfologico, litologico e geotecnico ricavate dal presente studio.

Attraverso tale metodologia viene definita la microzonazione sismica cioè l'individuazione di aree alle quali vengono attribuite prescrizioni volte alla riduzione del rischio sismico da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti ed in fase di emergenza.

Per l'individuazione di tali aree si deve valutare la pericolosità di base (terremoto di riferimento) e si deve tener conto delle situazioni locali che possono determinare effetti diretti o indotti sul territorio, analizzando le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geologico tecniche del sito.

Le particolari condizioni locali possono influenzare, durante gli eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali che vengono coinvolti, cioè in base alle categorie di terreno presente.

Si distinguono quindi terreni sismicamente stabili cioè terreni che sottoposti agli sforzi ciclici generati dai terremoti non superano la resistenza al taglio: si hanno deformazioni ma non si raggiunge la rottura e, terreni sismicamente instabili che sottoposti agli sforzi ciclici si deformano in modo permanente sino alla rottura.

In funzione della categoria di terreno si distinguono: gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale che interessano i terreni che presentano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche che comprendono effetti di amplificazione topografica che si verificano quando sono presenti morfologie superficiali particolari ed irregolarità topografiche in genere.

Gli effetti di sito comprendono anche effetti di amplificazione litologica che si verificano in presenza di morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche.



Gli effetti di instabilità interessano terreni che mostrano un comportamento instabile se sottoposti a sollecitazioni sismiche.

Le aree che presentano caratteristiche morfologiche costituite da irregolarità topografiche come creste rocciose, cocuzzoli, dorsali e scarpate possono essere sede di concentrazione d'energia sismica con l'esaltazione dell'ampiezza delle onde.

Anche l'attivazione o riattivazione di movimenti franosi o crolli di massi da pareti rocciose possono essere ricondotti ad effetti dinamici che si verificano in occasione di eventi sismici.

Variazioni delle frequenze del moto e dell'ampiezza delle vibrazioni possono creare situazioni di instabilità anche all'interno di depositi alluvionali e di falde di detrito con spessori di poche decine di metri.

Inoltre nei depositi alluvionali, i terreni possono subire deformazioni permanenti e cedimenti dovuti alla liquefazione di depositi sabbiosi saturi d'acqua o a densificazione dei terreni granulari sopra falda; questi fenomeni si verificano nel caso in cui si abbiano terreni con caratteristiche meccaniche scadenti quali, ad esempio basso addensamento.

Nella **Carta della Pericolosità Sismica Locale** vengono individuati gli scenari di pericolosità sismica locale che potrebbero produrre in caso di sisma effetti di instabilità.

### ***13.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità sismica.***

Gli scenari di pericolosità sismica locale individuati all'interno del territorio comunale derivano dall'analisi geomorfologica e geotecnica dei terreni che lo caratterizzano.

Sono state rilevate condizioni di pericolosità sismica relative a possibili effetti di amplificazione topografica dovute alla presenza di una scarpata di origine fluviale con altezza di circa 12 m., che delimita il Piano Generale Terrazzato dalla sottostante bassa pianura, che arriva sino all'arginatura del F.Ticino.

Nelle aree più ribassate, comprese entro la pianura geologicamente riferita alle alluvioni recenti, sono state individuate aree con scadenti caratteristiche geotecniche, costituite in prevalenza da materiali limosi con presenza di torba.

Su tutto il territorio è presente un'acquifero freatico il cui livello piezometrico si colloca a profondità comprese tra 3 e 20 metri dal piano campagna in funzione dei rapporti con la topografia.

Tale soggiacenza è soggetta ad oscillazioni stagionali in relazione all'andamento delle precipitazioni e dei periodi di adacquamento delle colture risicole.

Il territorio di Carbonara al Ticino rientra nei territori comunali classificati come zona sismica 4, a bassa sismicità (S=6), così come stabilito dall'Ordinanza 3274 del 20-03-03 che definisce l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria riferendosi ad una zona sismica territoriale.

Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale sono stati individuati gli scenari che potrebbero produrre effetti di instabilità.

Gli effetti da prendere in considerazione, sull'intero territorio comunale sono riferibili alle possibili amplificazioni litologiche e geometriche che consentono di definire lo scenario di pericolosità sismica locale **“Z4a: zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi”**.

Potrebbero verificarsi amplificazioni topografiche dovute alla presenza dell'orlo di terrazzo che separa la superficie principale della pianura dalla bassa pianura che consente di definire uno scenario di pericolosità sismica locale lineare **“Z3a: zona di ciglio con altezza  $H > 10$  m. (orlo di terrazzo fluviale)”**.

Nella pianura ribassata sono presenti inoltre aree limitate con scadenti caratteristiche geotecniche che potrebbero dare origine a cedimenti e che rientrano nello scenario di pericolosità **“Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (depositi altamente compressibili)”**.

Ai vari scenari di pericolosità è possibile attribuire una classe di pericolosità sismica.

Agli scenari **Z4a** e **Z3a** è stata attribuita una classe di pericolosità H2 che prevede approfondimenti di secondo livello solo per le costruzioni strategiche e rilevanti previsti nell'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03.

Allo scenario **Z2** è stata attribuita una classe di pericolosità H2 che prevede il passaggio direttamente al 3° livello di approfondimento in fase progettuale solo nel

caso in cui tali aree siano utilizzate per la costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n.19904/03.

#### **14. Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano.**

Le indagini che sono state effettuate a vari livelli sull'ambiente fisico del territorio comunale permettono la formulazione di indicazioni al fine di indirizzare le scelte urbanistiche secondo la vocazionalità del territorio sia sotto l'aspetto della edificabilità sia soprattutto per una corretta gestione della risorsa suolo intesa nel suo significato più ampio.

Un giudizio di fattibilità degli interventi di piano generalizzato alle zone individuate e caratterizzate da particolari limitazioni di ordine geologico-tecnico, litologico, idrogeologico, morfologico e paesistico deriva dalla estrapolazione e dalla elaborazione dei dati desunti dalle analisi puntuali dei vari tematismi visualizzati cartograficamente negli allegati.

Sulla base delle informazioni ricavate dalla cartografia di analisi e riportate nella Carta di sintesi si è passati ad una fase di proposta, attraverso la redazione della Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle relative norme geologiche di attuazione.

Alle aree omogenee per pericolosità geologica, geotecnica e idrogeologica individuate nella fase di sintesi, sono state attribuite le classi di fattibilità geologica.

Alle classi di fattibilità devono inoltre essere sovrapposti gli ambiti definiti nella Carta della pericolosità sismica locale che non intervengono direttamente alla definizione delle classi di fattibilità ma che prevedono una specifica normativa utilizzata nella fase attuativa del Piano di Governo del Territorio.

Sulla base di tali dati è stata effettuata una zonazione che tiene conto delle caratteristiche delle diverse aree e delle conseguenti limitazioni che presentano nei confronti di possibili scelte urbanistiche.

La zonazione contempla 4 classi di fattibilità definite sotto il profilo geologico- tecnico, idrogeologico ed ambientale.

## **15. Norme geologiche di piano.**

### **Art. 1 - Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni**

In questa classe sono comprese le zone dove non sono state riscontrate limitazioni di caratteri idrogeologico, geomorfologico e geotecnico.

Appartengono a questa classe le aree esterne al limite della FASCIA C del PAI, compreso il Capoluogo e la porzione di territorio comunale impostata sul terrazzo denominato “ piano generale terrazzato”.

La situazione idrogeologica della zona è caratterizzata da una superficie freatica che generalmente si attesta a circa – 20 m. dal piano campagna, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni sono buone e consentono la realizzazione di interventi edificatori secondo le normali tecniche fondazionali.

*Comunque per le nuove costruzioni da realizzare in queste aree, dovrà essere presentata in fase progettuale, in sede di richiesta di titolo abilitativo, una relazione geologica che fornisca il modello geologico del sito supportato da indagini specifiche, in funzione dell'importanza dell'opera da realizzare.*

*Tali indagini dovranno consentire di risalire alle caratteristiche chimico fisiche e meccaniche del terreno, necessarie per definire il modello geotecnico secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “ Nuove norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 “ Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”.*

*Copia della relazione e delle indagini dovranno essere consegnate con la restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (art. 14 L.R. 12/05) o in sede di richiesta del titolo abilitativi per nuove costruzioni (art. 38 L.R. 12/05).*

## **Art.2 - Classe 2 : fattibilità con modeste limitazioni**

Sono comprese quelle aree esterne alla FASCIA C del PAI, che per le caratteristiche geomeccaniche dei suoli o per le condizioni idrauliche o per

esigenze di tutela ambientale richiedono una particolare cura nell'attuazione degli interventi edificatori.

In questa classe sono state individuate la scarpata che delimita il terrazzo alto e la porzione di territorio al di sotto della scarpata altimetricamente più rilevata rispetto alle aree circostanti e sulla quale sono ubicate le cascate Finta Battaglia, Sant'Antonio, Belvedere e Casottoni.

*Per le nuove costruzioni in fase progettuale ed in sede di richiesta o presentazione di titolo abilitativo dovrà essere presentata una relazione geologica che definisca il modello geologico del sito che tenga conto della situazione morfologica e della strutturazione del substrato nei suoi rapporti con l'evoluzione della falda a pelo libero che potrebbe condizionare la scelta dei tipi di fondazione da adottare anche in relazione ai carichi trasmessi.*

*Il modello geologico di riferimento dovrà essere supportato da indagini specifiche in funzione dell'importanza dell'opera da realizzare.*

*Tali indagini dovranno consentire di risalire al modello geotecnico.*

*I parametri fisici e meccanici da attribuire ai terreni, espressi in valori caratteristici dovranno essere opportunamente desunti da specifiche prove eseguite in laboratorio su campioni rappresentativi del terreno e/o attraverso prove e misure in situ.*

*Tali approfondimenti non sostituiscono e possono comprendere quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*

*e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

*Copia della relazione e delle indagini dovranno essere consegnate con la restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (art.14 L.R. 12/05) o in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo ( art.38 L.R.12/05).*

### **Art. 3 – Classe 3 : fattibilità con consistenti limitazioni**

In questa classe sono comprese tutte quelle aree caratterizzate dalla vicinanza al piano campagna della falda freatica che nei periodi di elevata piovosità potrebbe determinare infiltrazioni d'acqua negli scantinati fino a compromettere la staticità degli edifici stessi.

Parte della pianura bassa compresa tra la scarpata del terrazzo e l'arginatura è inseribile in questa classe.

Questa classe è stata suddivisa in due sottoclassi:

#### **1 - Classe 3 a.**

In questa sottoclasse sono comprese le aree esterne ed interne alla FASCIA C del P.A.I. che presentano caratteri di fragilità dal punto di vista idraulico agrario nei periodi di intensa piovosità e che sono caratterizzate dalla vicinanza al piano campagna della falda freatica.



In questa sottoclasse rientra anche un'area di ex cava ubicata a NE dell'abitato di Carbonara.

Per le aree poste all'interno della FASCIA C del PAI valgono le prescrizioni dell'art. 31 delle N.T.A.:

- Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano;
- I Programmi di previene e prevenzione e i Piani di Emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B;
- In relazione all'art. 13 della L.24 febbraio 1992, n.225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli art. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n.142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di Bacino e delle Regioni si pongono come

struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze curano ogni opportuno raccordo con i comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art.15 della L.24 febbraio 1992, n. 225;

- Compete agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in Fascia C.

*Per le aree ricadenti in questa classe è sconsigliata la realizzazione di edifici con piani utili posti al di sotto del piano campagna.*

*In ogni caso gli interventi edificatori non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe né condizionarne la propensione alla edificabilità.*

*Nelle aree che ricadono in questa classe sono previsti puntuali e rigorosi accertamenti geognostici attraverso prove penetrometriche, sondaggi meccanici e/o prove di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi allo scopo di definire i parametri che influenzano e condizionano le possibili interazioni dell'opera da realizzare con la falda freatica.*

*All'atto della richiesta o presentazione del titolo abilitativo dovrà essere prodotta una relazione geologica che rilevi la modellazione geologica e geotecnica del sito e specifichi le tecniche e le modalità degli eventuali interventi di bonifica.*

*Le indagini prescritte dovranno essere effettuate preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non sostituiscono ma possono comprendere gli approfondimenti previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

*Copia della relazione e delle indagini dovranno essere consegnate con la restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (art.14 L.R. 12/05) o in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo ( L.R.12/05).*

## **2- Classe 3b.**

Appartengono a questa classe le aree comprese nella FASCIA B del PAI sino all'arginatura del F. Ticino.

Per le aree poste all'interno della FASCIA B del PAI sino al limite meridionale dell'arginatura del Ticino, valgono le prescrizioni riportate dall'art.30 e 39 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI.

In particolare sono vietati :

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una

parzializzazione della capacità d'invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;

- la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs: 5 febbraio 1997, n.22, fatto salvo quanto previsto al precedente art.29, comma 3, let.1.
- in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono consentiti oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art.29:

- gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di

bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;

- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Nei territori di FASCIA B sono inoltre esclusivamente consentite:

- opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purchè le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
- interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche

sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità d'invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;

- interventi di adeguamento igienico– funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
- opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi del precedente art.20.

*Per queste aree dovranno essere verificate preliminarmente sia in sede di presentazione di Piani attuativi (L.R. 12/05 art. 14) che in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo (L.R. 12 art. 38) attraverso uno studio particolareggiato sulla pericolosità che comprenda un intorno significativo, ad una scala di dettaglio che verifichi con indagini geognostiche adatte le possibili interazioni dell'opera da realizzare con la falda freatica e la compatibilità con la situazione idraulica in modo da definire le opere di mitigazione del rischio più idonee per la messa in sicurezza.*

*Per ogni intervento edificatorio, prima del rilascio del titolo abilitativo, dovrà essere presentata una relazione geologica e geotecnica che consenta di definire la modellazione sia geologica che geotecnica del sito attraverso indagini geognostiche (prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, sondaggi ed eventuali prove di laboratorio su campioni) in funzione della complessità geologica del sito stesso e dell'opera da realizzare.*

*Tali approfondimenti possono comprendere ma non sostituiscono le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

#### **Art. 4 – Classe 4 : fattibilità con gravi limitazioni**

Sono comprese in questa classe tutte le aree ad alto rischio di esondazione comprese nella FASCIA B e nella FASCIA A del PAI e quindi tutta la porzione di territorio comunale tra l'arginatura e l'alveo del F. Ticino.

Infine è opportuno precisare che le indagini, effettuate per la zonizzazione del territorio, non riguardano analisi idrauliche sulla tenuta e sulla consistenza delle arginature poste a protezione delle aree della bassa pianura.

Per queste aree rimane quindi un rischio potenziale dovuto a piene straordinarie del F. Ticino che potrebbe tracimare nei punti di maggiore fragilità delle difese idrauliche.

*In queste aree dovrà conseguentemente essere esclusa qualsiasi nuova edificazione e dovranno essere previste opere di consolidamento o sistemazione idraulica dei manufatti lungo le arginature per il particolare assetto idraulico dei canali che riversano le acque nel F.Ticino.*

Per le aree poste a Nord dell'arginatura valgo le norme relative alla FASCIA A definite dall'art. 29 del PAI.

*In queste aree per gli edifici esistenti sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizioni senza ricostruzione, manutenzione ordinaria straordinaria, restauro, risanamento conservativo come definiti dall'art. 27, comma 1 lettere a), b), c) della Legge regionale 12/05, senza aumento di superficie o di volume e del carico insediativo.*

*Sono possibili gli interventi volti al consolidamento o alla sistemazione idraulica per la messa in sicurezza dei siti.*

*Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione del grado di rischio che determina l'ambito di pericolosità.*

#### **Art.5 - Fasce di rispetto del reticolo principale e minore.**

*Sono soggette al vincolo di inedificabilità le zone comprese nella distanza di 10 metri dall'alveo di piena del F. Ticino, del Colatore Gravellone e del Colatore Morasca nei tratti compresi all'interno del territorio comunale, in conformità alla*



*disposizioni dell'art. 96 del R. D. 523/1904, in tali fasce potranno essere realizzati unicamente interventi di sistemazione idraulica.*

*Il Comune di Carbonara al Ticino ha adottato lo studio redatto dal Dott. Daniele Calvi che individua il reticolo principale di competenza regionale ed il reticolo minore di competenza comunale secondo quanto stabilito nei punti 3 e 5.1 dell'Allegato B della D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 di modifica della D.G.R. 25 gennaio 2002 n.7/7868 "Delimitazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art.3 comma 114 della L.R. 1/2000 Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica".*

*Tale studio riporta le fasce di rispetto del reticolo principale con ampiezza pari a 10,00 m. e fasce di rispetto del reticolo minore con ampiezza pari a 4,00 m. all'interno delle quali vige il vincolo di inedificabilità.*

*In tali fasce potranno essere realizzati unicamente interventi di sistemazione idraulica.*

#### **Art.6 - Fascia di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile.**

*Anche la fascia di tutela assoluta con raggio di 10 m. delle opere di captazione ad uso idropotabile così come previsto dal D.Lgs. 258/2000 art.5 comma 4 deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.*

#### **Art.7 - Fascia di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.**

*Per le aree di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile determinate con il criterio geometrico con raggio di 200 m. valgono le prescrizioni contenute nel comma 5 art.5 del D. Lgs. 258/2000 e le prescrizioni contenute nel D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693 “Direttive per la disciplina delle attività all’interno delle aree di rispetto, art.21, comma 6 del D.Lgs.152/99 e successive modificazioni”.*

*La zona è normata dall’art.21 del DLgs. 152/1999, che integra ed in parte sostituisce il D.P.R. 24 maggio 1988 n.236.*

*La D.G.R. 7/12693 del 10 aprile 2003 nell’Allegato 1, fornisce ulteriori indicazioni sulla materia.*

In particolare al punto 3 vengono fornite le indicazioni per la zona di rispetto: l’art. 6 del Decreto del Presidente della Repubblica del 24 maggio 1988 n.236, è sostituito dal seguente:

Articolo 6 (zona di rispetto):la zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d’uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell’opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue (anche se depurate)
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
- c) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni in uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade
- e) aree cimiteriali
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelle finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica
- h) gestione rifiuti
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- j) centri di raccolta, demolizioni e rottamazione di autoveicoli
- k) pozzi perdenti

- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 1, preesistenti, ove è possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Le Regioni e le Province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature
- b) edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio
- d) distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione
- e) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 1.

In assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi dell'art.4, comma 1 (del DPR 236), la medesima ha un'estensione di 200 m. di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693" Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art.21 comma 6 del D. Lgs. 152/99 e successive

modificazioni” disciplina le strutture e le attività all’interno delle zone di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

*In particolare i nuovi tratti di fognatura che verranno realizzati all’interno della zona di rispetto devono:*

- *costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall’interno verso l’esterno e viceversa e recapitare esternamente all’area medesima*
- *essere realizzati evitando, ove è possibile la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali sifoni e opere di sollevamento*

*In tali aree non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti ed è opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.*

*Per la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5,00 m. dalla superficie freatica, qualora l’acquifero freatico sia oggetto di captazione.*

*In tali zone non è inoltre consentita:*

- *la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo*

- *l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno di non utilizzare sostanze antiparassitarie che presentino una ridotta mobilità nei suoli.*

## **Art. 8 – Norme sismiche**

- 1 - *Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale sono stati individuati gli scenari di pericolosità Z4a: aree che potrebbero dare amplificazione sismica locale dovuta alla litologia e alla geometria, Z3a: zone che potrebbero essere soggette ad amplificazione topografica e Z2: aree caratterizzate da scadenti caratteristiche geotecniche che potrebbero dare cedimenti.*
  
- 2 - *Per tutte le nuove costruzioni che vengano utilizzate con affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, elencate nel decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003 vengono applicate le disposizioni del D.M. 14 gennaio 2008.*
  
- 3 - *Per il territorio di Carbonara al Ticino ricadente in zona 4 a bassa sismicità sono previsti gli approfondimenti successivi al I° livello, e cioè il II° livello obbligatoriamente solo nelle aree*

*interessate dalla costruzione di edifici strategici e rilevanti così come stabilito dalla D.G.R. 14964/2003. L'elenco di tali costruzioni è individuato dal d.d.u.o. della Regione Lombardia n. 19904/2003 nell'Allegato A di seguito riportato:*

***1. Edifici ed Opere Strategiche:*** *categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*

#### ***EDIFICI***

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (\*)*
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciali (\*)*
- c. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione comunale (\*)*
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montana (\*)*
- e. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.)*
- f. Centri funzionali di protezione civile*
- g. Edifici ed opere individuate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza*
- h. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza ed accettazione*

i. *Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (\*\*)*

j. *Centrali operative 118*

**2. Edifici ed opere rilevanti:***categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.*

#### **EDIFICI**

a. *Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori*

b. *Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere*

c. *Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n.3685 del 21 ottobre 2003*

d. *Strutture sanitarie e/o socio assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)*

e. *Edifici e strutture aperti al pubblico destinate all'erogazione di servizi, adibiti al commercio (\*\*\*) suscettibili di grande affollamento*

---

*(\*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

*(\*\*) Limitatamente agli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*



*(\*\*\*) Il centro commerciale viene definito( d.lg. n. 144/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente: In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.)*

#### *OPERE INFRASTRUTTURALI*

- a. Punti sensibili ( ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade “strategiche” provinciali e comunali non comprese tra la “grande viabilità” di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate “strategiche” nei piani di emergenza provinciali e comunali*
- b. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)*
- c. Porti, Aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza*

- d. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica*
- e. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, il trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)*
- f. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali*
- g. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)*
- h. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi*
- i. Opere di ritenuta di competenza regionale*

**4 -** *Per le aree individuate nel territorio di Carbonara al Ticino con lo scenario di pericolosità Z4a e Z3a, nel caso in cui vengano utilizzate per la realizzazione di tipologie costruttive individuate dal d.d.u.o. n.19904/2003 sono da adottarsi obbligatoriamente i seguenti approfondimenti di indagine.*

*Prima della fase progettuale, una volta identificata l'area su cui verrà realizzato l'edificio strategico o rilevante, dovranno essere verificate le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici del volume significativo di fondazione considerando la successione*

*stratigrafica sino al bedrock sismico o almeno sino ad una profondità di circa 30 m. dal p.c..*

*Nel caso in cui venissero individuate variazioni sia verticali che areali della successione stratigrafica dovrà essere verificato in sito il fattore di amplificazione  $F_a$ .*

*La normativa regionale prevede che nel caso in cui il fattore di amplificazione calcolato sia inferiore o uguale a quello di soglia comunale venga applicato lo spettro di risposta previsto dalla normativa e l'area rientri nella classe di pericolosità H1.*

*Se il fattore di amplificazione calcolato risulterà maggiore di quello di soglia comunale riportato nella tabella 1 si dovrà procedere al III° livello di approfondimento secondo l'Allegato 5 della D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374 oppure utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo ( tabella 2) superiore:*

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;*
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;*

- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D

	Categorie di sottosuolo			
	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Intervallo 0,1-0,5 s</b>	1,4	1,9	2,2	2
<b>Intervallo 0,5-1,5 s</b>	1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella 1 – Valori di soglia per il Comune di Carbonara al Ticino (PV)

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{spt,30} &gt;</math> di 50 nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> KPa nei terreni a grana fina)</i>
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{spt,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> KPa nei terreni a grana fina)</i>
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>N_{spt,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> KPa nei terreni a grana fina)</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m., posti sul substrato di riferimento ( con <math>V_{s,30} &gt; 800</math> m/s).</i>

Tabella 2 – Categorie di sottosuolo

- 5 -** *Nelle zone di pericolosità sismica locale Z2 obbligatoriamente per i soli edifici strategici e per le opere infrastrutturali di cui al d.d.u.o. n.19904/2003 la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile e per gli edifici e le opere che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso in fase progettuale si applica il III° livello di approfondimento.*
- 6 -** *Tali approfondimenti non sono previsti per le aree non edificabili per motivi geologici o soggette a vincolo ambientale sino a che sia vigente il vincolo di inedificabilità.*
- 7 -** *Per gli edifici esistenti elencati nell'art.3 comma 2 vengono applicate le norme del D.M. 14 gennaio 2008.*
- 8 -** *Per la progettazione di edifici in zone sismiche sono comunque valide le norme nazionali o regionali qualora più restrittive di quelle sopraccitate.*

## **Bibliografia**

AGIP (1990)- ACQUE DOLCI SOTTERRANEE – Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di idrocarburi in Italia dal 1971 al 1990, Roma

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI PAVIA UFFICIO TECNICO  
RIPARTIZIONE GEOLOGICA, (1987) - Consuntivo campagna sondaggi 1987,  
Pavia

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., MARCHETTI G., (1971) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: F.59 PAVIA, Servizio Geologico d'Italia, Roma.

BELLINZONA G., RIGANTI V., VALENTINI P., BALDI M., (1988) – Indagine idrogeologica ed idrogeochimica finalizzata alla ricerca delle cause di inquinamento delle acque di falda da atrazina e molinate in una zona campione della Lomellina compresa tra il T. Agogna ed il T. Terdoppio – Comprensorio di Mortara (PV).

BONI A. (1980) – Geologia e sismicità del “territorio” pavese. In Seminari su: Eventi naturali ed antropici. Università di Pavia.

BRAGA G., BELLINZONA G., BERNARDELLI L., CASNEDI R., CASTOLDI E., CERRO A., COTTA RAMUSINO S., GIANOTTI R., MARCHETTI G.,

PELOSO G.F. (1976) – Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di pianura padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria – Quaderni dell’Istituto di Ricerca sulle Acque, 28 (2)

COMPAGNONI M., PERGALANI F., PETRINI V. (2005) Dipartimento di Ingegneria Strutturale – Politecnico di Milano – Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in determinati comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l’analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003.

ERSAL (1996) – I suoli del Parco Ticino settore meridionale – Regione Lombardia

GENNARI E., SMARGIASSO M. (1987) Pianificazione territoriale e strumenti urbanistici: cartografia tematica per una zonazione geologica e sismica preliminare- Atti VI Congresso Nazionale Ordine dei Geologi

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004) Catalogo parametrico dei terremoti italiani, versione 2004 INGV, Bologna.

PILLA G. (1998) – Caratterizzazione idrochimica e geochimica isotopica delle falde idriche nel sottosuolo della città di Pavia. – Atti Tic. Sc. Terra 40 (1998), pag.185-201

PILLA G., SAVARINO R. (1998) – Le risorse idriche nel sottosuolo della città di Pavia. – Atti Tic. Sc. Terra 40 (1998), pag.121-137

REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (2002) – Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia- a cura di C.Carcano e A. Piccin S.EL.CA. F.

REGIONE LOMBARDIA - CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE Istituto di ricerca sul Rischio Sismico (Giugno 1996) – Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia

ROSSETTI R., TORTELLI M. (1994) - Esempio di microclima della pianura padana - Atti Ticinesi Scienze della Terra n.34 – 1994 (pag. 39-50).

SERVIZIO SISMICO NAZIONALE – Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani - . Censimento 1991.

G. VESSIA, P.CORTESE; C: CHERUBINI (2005) Studi sulla suscettibilità alla liquefazione delle sabbie della costa ionica della Basilicata – Giornale di Geologia Applicata 2, 245-248.