

COMUNE DI  
VALLE SALIMBENE

(Pavia)

STUDIO GEOLOGICO FINALIZZATO ALLA  
PIANIFICAZIONE COMUNALE

(L.R. 41/97)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA  
aggiornata come da parere regionale - maggio 2005

**Dott. Geol. P. Bellinzona**

Collaboratori

**Dott. Geol. M. Tortelli**

Il Sindaco

Il Segretario

## Indice

<b>1. Premessa.....</b>	<b>pag. 3</b>
<b>2. Inquadramento geografico e fisiografia del territorio.....</b>	<b>pag. 5</b>
<b>3. Metodologia ed impostazione dell'analisi territoriale.....</b>	<b>pag. 7</b>
<b>4. Inquadramento climatico generale.....</b>	<b>pag. 9</b>
<u><b>4.1 Temperature.....</b></u>	<b>pag. 10</b>
<u><b>4.2 Precipitazioni.....</b></u>	<b>pag. 11</b>
<u><b>4.3 Venti.....</b></u>	<b>pag. 13</b>
<b>5. Assetto morfologico.....</b>	<b>pag. 16</b>
<b>6. Assetto geolitologico.....</b>	<b>pag. 18</b>
<b>7. Assetto geopedologico.....</b>	<b>pag. 19</b>

<b>8. Distribuzione e strutturazione della rete idraulica superficiale.....</b>	<b>pag. 21</b>
<b>9. Assetto idrogeologico.....</b>	<b>pag. 22</b>
<b>10. Caratteristiche geotecniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale.....</b>	<b>pag. 26</b>
<b>11. Individuazione delle condizioni di pericolosità.....</b>	<b>pag. 29</b>
<b>12. Fattibilità geologica per le azioni di piano.....</b>	<b>pag. 30</b>
<u><b>12.1 Classe II: fattibilità con modeste limitazioni.....</b></u>	<b>pag. 31</b>
<u><b>12.2 Classe III: fattibilità con consistenti limitazioni.....</b></u>	<b>pag. 32</b>
<u><b>12.3 Classe IV: fattibilità con gravi limitazioni.....</b></u>	<b>pag. 38</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>pag.41</b>

**ALLEGATI:**

- Stratigrafia pozzo comunale
- Stratigrafie sondaggi
- Tabelle e diagrammi penetrometrica
- Profili trivellate a mano

## **1. Premessa.**

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Valle Salimbene è stato svolto uno studio geologico sull'intero territorio comunale al fine di valutare il rischio geologico, idrogeologico e sismico a supporto delle previsioni urbanistiche a livello generale o di variante nel rispetto delle direttive contemplate nella L.R. 41/97.

Lo studio svolto in conformità a quanto stabilito dalla D.G.R. 6 agosto 1998, n. 6/37918 "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale" e dalla D.G.R. 29 ottobre 2001 n. 7/6645 "Direttive regionali in attuazione dell'art. 3 della L.41/97 per lo studio geologico a supporto del P.R.G." ha tenuto conto inoltre delle prescrizioni della L.183/89.

Tale Legge prevede che i comuni in sede di adeguamento al Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) realizzino una verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica degli strumenti urbanistici.

Lo studio di cui si è avuto mandato si pone l'obiettivo di fornire un quadro il più completo possibile delle caratteristiche fisiche del territorio con particolare riguardo all'assetto idrogeologico, geolitologico, geopedologico, geomorfologico ed ambientale.

La valutazione delle condizioni che hanno portato a definire tali assetti assume un significato ed un ruolo di grande rilievo per quanto attiene la localizzazione degli insediamenti residenziali, produttivi e più in generale per realizzare un modello di sviluppo ordinato che tenga altresì conto della esigenza della tutela ambientale.

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'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 per le azioni di piano.

## **2. Inquadramento geografico e fisiografia del territorio.**

Il territorio che ricade amministrativamente nel Comune di Valle Salimbene in provincia di Pavia, è cartografato alle sezioni B7c4 Linarolo e B7c5 Mezzanino

della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 ed occupa una superficie di circa 6,72 kmq. confinando con il Comune di Pavia a Nord Ovest, di Albuzzano e Cura Carpignano a Nord, di Linarolo a Est ed a Sud con il Comune di Travacò Siccomario.

Il Capoluogo è situato a valle della S.S. 234 Codognese e del tratto ferroviario “Pavia-Casalpusterlengo” che attraversa il comune nella porzione settentrionale.

Altri insediamenti abitativi sono situati lungo la S.S. 617 Bronese e lungo la S.P. 13 che collega la frazione San Leonardo al Comune di Linarolo.

Il comune di Valle Salimbene è compreso nei confini del Parco regionale Lombardo della Valle del Ticino ed è regolato nella gestione e nell’uso del territorio, dell’ambiente e del paesaggio dal Piano Territoriale di Coordinamento e dalle sue norme di attuazione.

Morfologicamente il territorio comunale rientra in una piccola porzione di pianura a Nord del Fiume Ticino, in corrispondenza della confluenza con il F. Po. Dal punto di vista altimetrico può essere suddiviso in due settori:

- il territorio alto caratterizzato da quote superiori a 74 m. s.l.m. identificato come livello fondamentale della pianura
- il territorio basso caratterizzato da quote variabili da 63 a 53 m. s.l.m. che si estende dal piede della scarpata che delimita il piano fondamentale della pianura, sino all’attuale piano inondabile del Ticino.

All'interno di questa porzione di territorio sono ancora visibili lembi di terrazzi intermedi e dalle parcellature dei campi si possono identificare meandri abbandonati che testimoniano le divagazioni del F. Ticino.

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

Sul territorio comunale è stata svolta una indagine che fornisce all'A.C. uno strumento conoscitivo della realtà ambientale che è in grado di valutare e di definire le problematiche geologico-tecniche che possono influire in maniera equilibrata sulle scelte di pianificazione urbanistica.

I fattori geologici che hanno condizionato e condizionano l'evoluzione del territorio comunale sono in prima analisi quelli litologici, idrogeologici e geomorfologici; l'elemento antropico ha concorso poi con lo sfruttamento agricolo a determinare l'attuale assetto fisiografico.

In queste situazioni sorge quindi la necessità di porre dei limiti all'uso di aree che presentano caratteristiche negative sotto il profilo geologico tecnico, idrogeologico o manifestano valori di carattere ambientale che vanno conservati.

La valutazione delle caratteristiche fisiche, attraverso indagini condotte puntualmente, hanno consentito di individuare aree omogenee dal punto di vista idrogeomorfologico e per ciascuna di esse sono state valutate le peculiarità geolitologiche necessarie per consentire o inibire lo sviluppo urbanistico.

La metodologia di analisi territoriale si è articolata secondo varie fasi di lavoro:

- raccolta dei dati provenienti dalla documentazione messa a disposizione dalle strutture tecniche regionali per la stesura della cartografia di analisi
- raccolta di dati relativi ad indagini idrogeologiche e geologico tecniche realizzati da autori vari nell'ambito comunale e messi a disposizione dall'Amministrazione Comunale di Valle Salimbene
- approfondimento della documentazione acquisita attraverso la lettura diretta delle caratteristiche fisiche del territorio, dell'utilizzazione agricola e del reticolo scolante naturale ed artificiale
- fase di sintesi e di fattibilità geologica per le azioni di piano che ha comportato la valutazione e la conseguente proposta finale di una suddivisione del territorio comunale in aree omogenee definite in funzione dello stato di pericolosità geologica, idrogeologica e geotecnica finalizzata alla classificazione d'uso dello stesso.

La caratterizzazione del territorio secondo le modalità sopra indicate è stata conseguita seguendo due indirizzi fondamentali: valutazione e organizzazione sistematica dei dati idrogeomorfologici in funzione di ambiti territoriali omogenei e rappresentazione cartografica di facile lettura per un utilizzo pratico sia da parte di tecnici addetti ai lavori che dagli amministratori.

Le modalità di analisi dell'assetto fisico ha consentito inoltre di individuare e valutare gli ambiti territoriali nella loro dinamica evolutiva e nella loro implicazione con lo sviluppo antropico.

L'assetto fisico del territorio nella sua globalità è stato visualizzato quindi in una serie di carte tematiche ove sono evidenziate le caratteristiche geomorfologiche e le tendenze evolutive in atto sulla base di specifiche indagini geologiche, litologiche, morfologiche, idrogeologiche ed idrografiche.

Per un migliore utilizzo del territorio, anche sotto il profilo della conservazione delle risorse territoriali, sono stati valutati i parametri geotecnici che concorrono a definire la stabilità strutturale dei suoli nella loro specificità e soprattutto utili per la definizione dei vincoli in funzione dell'uso.

Una normativa adeguata per il controllo degli interventi sul territorio è una necessità ormai universalmente riconosciuta ed in assenza di essa le possibilità di gestione e tutela delle stesse risorse naturali risulterebbero molto ridotte.

Il risultato finale delle indagini e delle ricerche a carattere idrogeologico svolte nell'ambito comunale è rappresentato nella "Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano" che individua aree con prescrizioni e limitazioni omogenee per le scelte urbanistiche.

#### **4. 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).

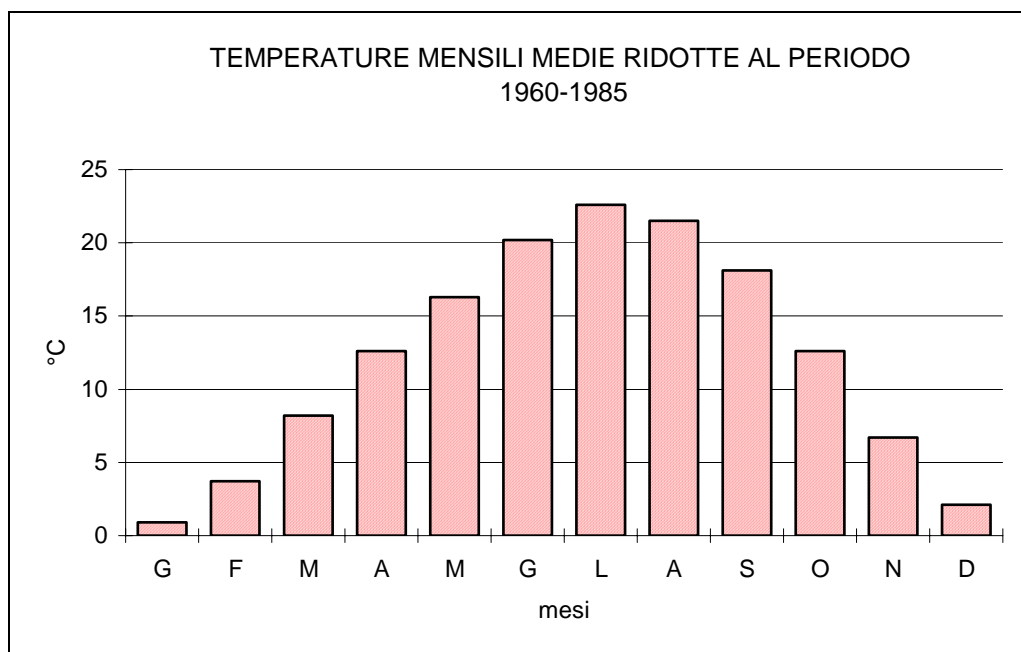
E' stata presa in considerazione la stazione di rilevamento climatico di Pavia, di cui sono state analizzate le temperature e le precipitazioni del periodo 1969-1985 nonchè la direzione del vento disponibile per il periodo 1960-1974.

#### **4.1. Temperature.**

Nella Tabella 1 e nella Fig. 1 sono riportate le temperature mensili medie, minime e massime ridotte al periodo 1960-1985.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
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

**Tabella 1** - Temperature medie, minime, e massime mensili (espresse in °C) ridotte al periodo 1960-1985.



**Fig. 1** - Temperature medie mensili ridotte al periodo 1960-1985.

I valori minimi mensili sono inferiori allo zero nei mesi invernali, con una punta di  $-9,2\text{ °C}$  nel mese di gennaio.

Anche novembre e marzo fanno registrare minimi inferiori a  $0\text{ °C}$  con rispettivamente,  $-1,7\text{ °C}$  e  $-3,7\text{ °C}$ .

I valori massimi si registrano nei mesi di giugno, luglio e agosto, con valori rispettivamente di  $28,9\text{ °C}$ ,  $28,2\text{ °C}$  e  $28,3\text{ °C}$ .

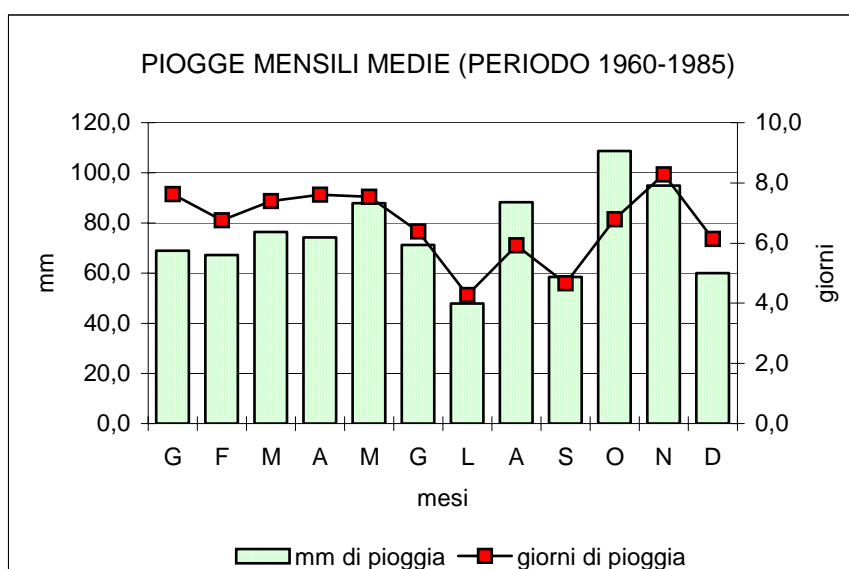
I dati sopra indicati sono tipici del clima continentale, con inverni rigidi associati ad intense nebbie per il fenomeno dell'inversione termica e con estati calde ed afose.

#### **4.2. Precipitazioni.**

Per avere un'idea delle condizioni pluviometriche della zona sono stati presi in considerazione i dati pluviometrici visualizzati nella Tabella 2 e nella Fig. 2.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
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

**Tabella 2** –Precipitazioni mensili (espresse in mm.) e numero di giorni piovosi ridotti al periodo 1960 – 1985.



**Fig. 2** - Precipitazioni mensili (espresse in mm.) e numero di giorni piovosi ridotti al periodo 1960 – 1985.

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.

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, con 108,8 mm nel mese d'ottobre.

Le piogge estive sono poco superiori a quelle invernali, con minimi nei mesi di luglio con 47,9 mm. e dicembre con 60,0 mm.

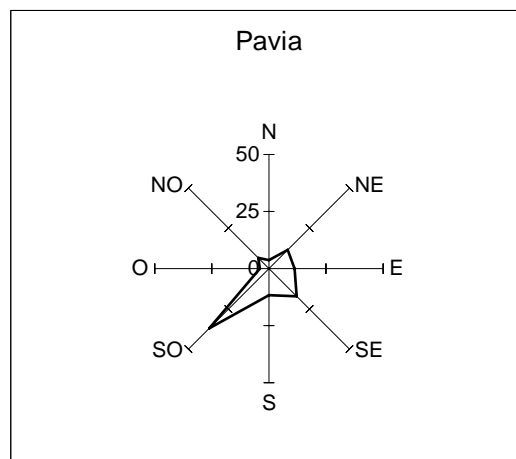
Il numero di giorni piovosi è massimo in primavera (mediamente superiore a 7) e minimo in estate, con 4,3 giorni in luglio.

### **4.3. Venti.**

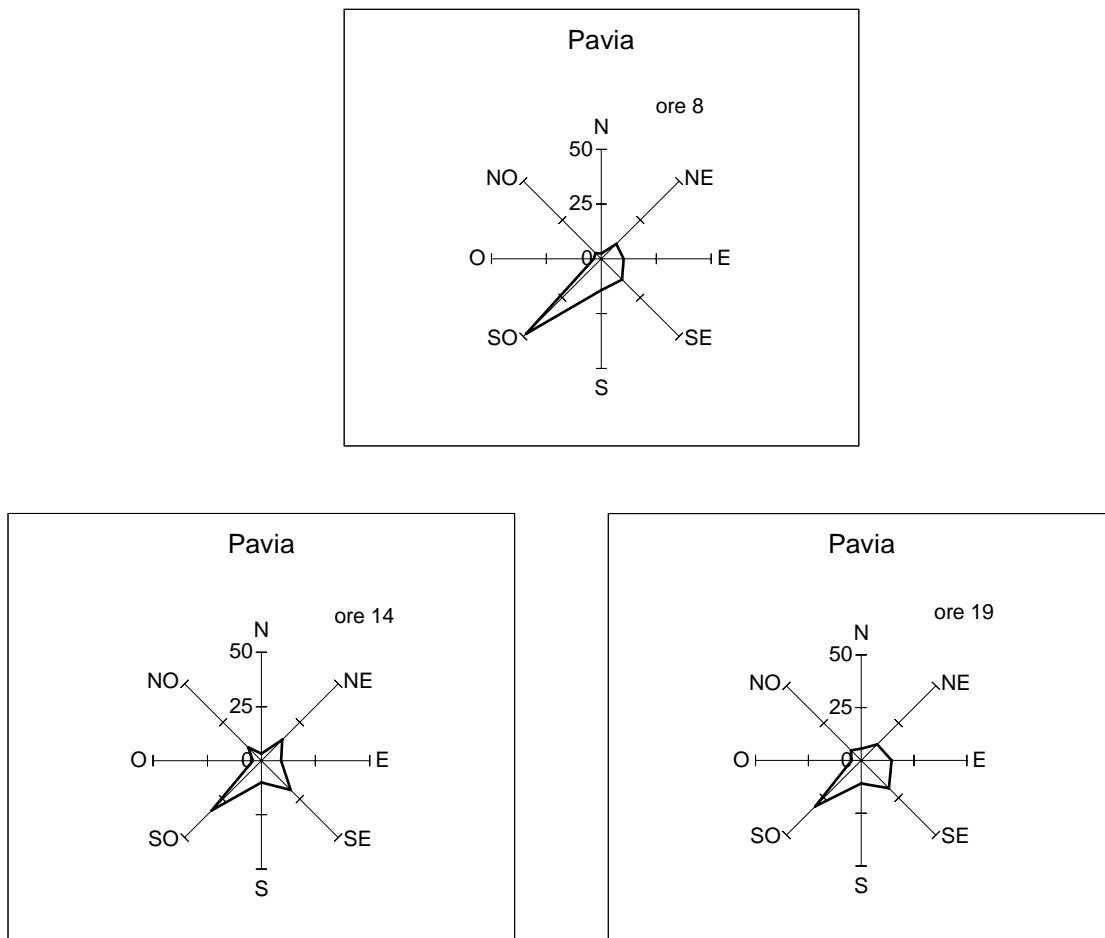
Per completare il quadro climatico della zona ove è inserita l'area d'intervento, viene dato un accenno ai venti che, insieme alle temperature ed alle precipitazioni, costituiscono uno degli elementi più significativi ed essenziali anche sull'impatto ambientale del complesso che interesserà l'area d'intervento.

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.

Nelle 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).



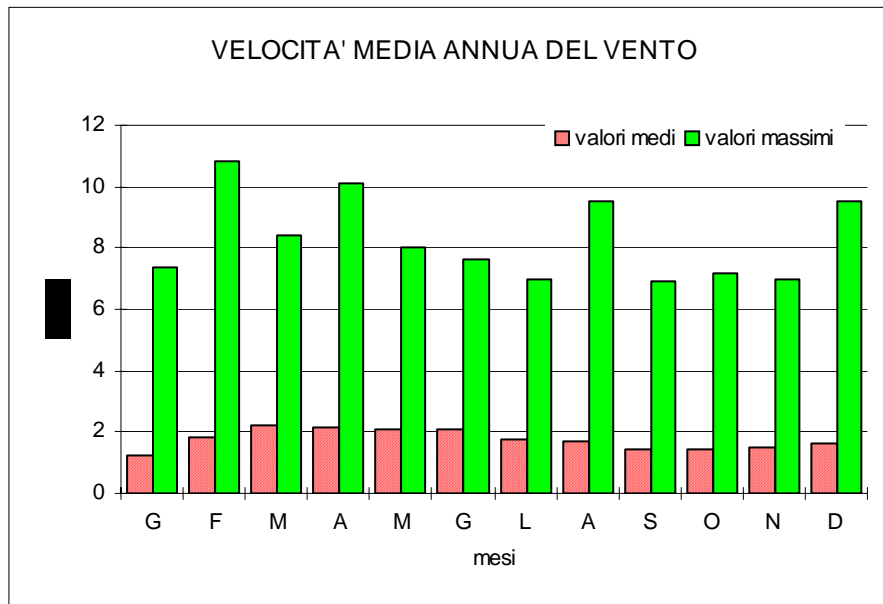
**Fig. 3** - Direzione media del vento.



**Fig. 3a** - Direzione media del vento.alle ore 8, 14 e 19 (R. Rossetti e M. Tortelli, Atti Tic. Sc. Terra n.37 – 1994)

È 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. 4** - Velocità media annua del vento.

La velocità del vento (Fig. 4), rilevata 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.

## **5. Assetto morfologico.**

Morfologicamente il territorio comunale rientra in una piccola porzione di pianura a Nord del F. Ticino, in corrispondenza della confluenza con il F. Po.

L'analisi morfo - altimetrica del territorio comunale ha evidenziato la presenza di due zone caratterizzate da quote differenti che testimoniano le divagazioni e le alterne vicende di erosione e di deposizione operate dal F. Ticino e dal F. Po.

La parte di territorio altimetricamente più rilevata che fa parte della pianura fondamentale a Nord del Po, interessa il settore nord – occidentale su cui è ubicata la frazione Motta San Damiano ed è delimitata da un terrazzo morfologico che si eleva di circa 10-12 m. sulla sottostante pianura.

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

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.

La zona della bassa pianura posta tra il livello fondamentale e le piane alluvionali è caratterizzata da una serie di superfici terrazzate delimitate da scarpate di erosione.

In questa zona è ben visibile la traccia di un meandro abbandonato dal F. Ticino che ha improntato il territorio.

Infatti la stessa parcellatura dei campi e l'altimetria evidenziano il corso dei canali abbandonati come nella zona sud – occidentale dell'abitato di Motta S. Damiano.

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 possibile individuare tracce di paleocanali abbandonati in tempi relativamente recenti che delimitano aree attualmente coltivate.

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

La porzione più meridionale del territorio arriva a comprendere la piana alluvionale parzialmente inondabile con una dinamica prevalentemente

deposizionale e costituita da sedimenti attuali, in corrispondenza della confluenza tra il F. Ticino con il F. Po.

## **6. Assetto geolitologico.**

Il territorio comunale rientra nel sistema orografico ed idrografico padano edificatosi ed evolutosi conseguentemente al riempimento alluvionale di quell'ampio golfo che prima del quaternario era occupato dal mare Adriatico.

Dal punto di vista geologico è cartografato nel F. 59 PAVIA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, ed è caratterizzato da depositi alluvionali che appartengono al complesso dei sedimenti terrigeni trasportati dal F. Ticino.

Tali depositi si appoggiano su sedimenti marini sepolti.

Il materasso alluvionale è quindi costituito da complessi eterogenei per granulometria e composizione che risultano variamente interdigeriti e costituiscono gli acquiferi sfruttabili per approvvigionamento idrico.

Si possono distinguere nettamente tre zone con differente altimetria e con specifiche caratteristiche litologiche e pedologiche.

In particolare la zona che fa capo al piano fondamentale della pianura è caratterizzata da alluvioni appartenenti al Diluvium recente costituite in prevalenza da materiali sabbiosi e sabbioso limosi, a varie pigmentazioni che cronologicamente risultano essere i più antichi.

A quote più basse si rinvengono altri terrazzi modellati in terreni via via più recenti e di conseguenza meno alterati: sono questi i terreni compresi tra la superficie dell'Alluvium recente e la superficie principale della pianura costituiti in prevalenza da materiali ghiaiosi e sabbiosi.

All'interno di questa zona, sono presenti plaghe di depositi torbosi, rinvenute nella porzione nord e nord orientale del territorio comunale appena al di sotto del terrazzo.

Nella zona golenali affiorano i terreni che appartengono all'Alluvium recente cioè le alluvioni sul fondo delle incisioni fluviali costituite in prevalenza da ghiaie, sabbie e limi.

Questa zona è in prevalenza interessata da impianti a pioppeto ed essendo soggetta a periodiche inondazioni si creano ambienti umidi particolari che conservano ancora carattere di naturalità.

## **7. Assetto geopedologico.**

All'interno del territorio comunale è possibile effettuare una distinzione tra i suoli che caratterizzano il piano fondamentale della pianura e quelli che formano la bassa pianura delimitata dal piede del terrazzo fino al F. Ticino.

Nella zona il processo antropico ha determinato il rimaneggiamento degli orizzonti di superficie e tale processo è accentuato dal livellamento dei campi che a volte interessa addirittura il substrato caratterizzato da sedimenti a prevalente

tessitura sabbiosa che normalmente costituisce l'ossatura del piano fondamentale più rialzato.

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

La porzione di territorio che fa capo al piano fondamentale della pianura è caratterizzato da una associazione di suoli da sottili a profondi a prevalente tessitura sabbiosa.

Questi suoli sono caratterizzati da un sottile orizzonte superficiale di limo, sono in prevalenza coltivati a risaia e presentano un drenaggio lento in superficie, complessivamente da buono a mediocre.

I caratteri idromorfici sono limitati agli orizzonti in superficie.

Nella zona ribassata che fa capo alla pianura compresa tra il piede del terrazzo ed il F. Ticino, geologicamente costituita da terreni alluvionali recenti, sono presenti plaghe a tessitura argillosa o argilloso sabbiosa a volte ghiaiose.

In particolare, nella fascia più interna dei meandri abbandonati i suoli sono poco profondi e caratterizzati da orizzonti illuviali ricchi di sostanza organica.

La colorazione è in genere grigia o grigio azzurra ed il drenaggio è in genere lento per la presenza della falda a poca profondità dal piano campagna e sono soggetti a frequenti ristagni d'acqua.

Nella porzione centrale del paleomeandro e nelle aree più vicine al F. Ticino, parzialmente inondabili e caratterizzate da una dinamica fluviale prevalentemente deposizionale sono presenti suoli da profondi a molto profondi,

impostati su substrato sabbioso limoso, caratterizzati da drenaggio variabile da lento a moderatamente rapido.

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.

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

La zona è caratterizzata da una grande ricchezza di acque superficiali, essa è solcata da una fitta rete di canali adduttori e distributori in relazione alla necessità di portare acqua ai campi per una irrigazione che viene praticata per scorrimento.

In particolare il reticolo idrografico è influenzato sia dalla dinamica fluviale del Ticino che dalla presenza di canali di distribuzione, di raccolta e convogliamento delle acque irrigue che di colatori che realizzano il drenaggio delle aree più depresse.

Una rete scolante minore serve a scolare le acque eccedentarie, come lo Scolo Stelletta ubicato nella porzione meridionale del territorio comunale che convoglia le acque direttamente nel F. Ticino che costituisce il recapito principale di tutte le acque che scorrono sul territorio.

Il F. Ticino riceve un apporto idrico significativo anche dalle acque delle rogge che nella zona sono alimentate anche dalle aree sorgentizie che percolano dalla base del terrazzo principale.

La Roggia della Pila di San Damiano, distribuisce l'acqua nella porzione settentrionale del territorio comunale, sopra il terrazzo, attraverso il cavo Taccona, il Cavo Mantovani, il Cavo Moro ed il Cavo Sartirana che segna il confine comunale orientale.

Al di sotto del terrazzo le acque sono distribuite dalla Roggia del Molino, dal Roggione e della Roggia Belvedere che segna il confine comunale occidentale.

All'interno del territorio comunale sono evidenti le tracce di divagazione del corso del F. Ticino lasciate in tempi passati e testimoniati dai meandri abbandonati.

Il suo corso infatti, a valle di Bereguardo assume un andamento meandriforme a causa della diminuzione di pendenza dell'alveo.

In questo ultimo tratto del F. Ticino, che arriva alla confluenza con il F. Po al ponte della Becca, la velocità del flusso idrico è modesta e nei casi di morbida e di piena risente dell'effetto di rigurgito proveniente dal F. Po.

## **9. Assetto idrogeologico.**

Le condizioni idrogeologiche che caratterizzano questa porzione di pianura sono varie a causa delle differenti situazioni geomorfologiche ed altimetriche che

condizionano la percolazione e la distribuzione delle acque entro la coltre alluvionale.

Anche l'assetto morfologico condiziona sia la circolazione idrica superficiale che quella sotterranea : si realizza infatti in maniera diversa nell'area del piano fondamentale della pianura ed in quello di bassa pianura.

In particolare, la rete idrografica e l'intera circolazione idrica superficiale condizionano il regime dell'acquifero freatico, la formazione di falde sospese in alcune stagioni dell'anno ed indirettamente il sistema di falde interconnesse.

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

L'alimentazione dell'acquifero più superficiale avviene attraverso il processo di percolazione e nella zona a questa forma di alimentazione concorrono anche le acque di irrigazione.

Le oscillazioni della falda freatica sono strettamente legate ai cicli delle colture agrarie ed in particolare a quelle risicole.

Il fenomeno di alimentazione delle falde attraverso le acque di subalveo nella zona è condizionato dal F. Ticino che presenta l'alveo notevolmente ribassato rispetto al piano fondamentale della pianura per cui tende ad esercitare un'azione drenante.

Tale fenomeno si potrebbe realizzare attraverso la coltre di alluvioni oloceniche che caratterizzano le ampie vallate terrazzate.

L'alimentazione delle falde più profonde avviene attraverso un flusso lungo strato proveniente dalle zone poste più a Nord.

La conoscenza dell'assetto geoidrologico della porzione di pianura che fa capo al territorio comunale è stata acquisita attraverso l'analisi di stratigrafie sia di pozzi ad uso idropotabile che dalla stratigrafia di un pozzo terebrato dall'Agip nel 1972 per la ricerca di idrocarburi.

I dati ricavati da questi pozzi hanno consentito di formulare ipotesi circa lo spessore del materasso alluvionale, la circolazione e la potenzialità delle falde che saturano gli acquiferi.

I sistemi idrologici 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.

Sul territorio comunale sono presenti pozzi ad uso domestico che venivano utilizzati sia nelle cascine che nelle case sparse quando non erano ancora servite dalla rete acquedottistica.

Successivamente è stato costituito un Consorzio Acquedotto tra i comuni di Linarolo e Valle Salimbene che preleva le acque da un pozzo comunale situato alla frazione S. Leonardo e spinto ad una profondità di -125,00 m. dal piano campagna.

Nella carta idrogeologica è riportata l'ubicazione di pozzi freatici sparsi sul territorio; di essi non è stato possibile reperire dati piezometrici in quanto non sono più attivi o comunque accessibili.

Questa situazione non consente una ricostruzione e distribuzione attendibile delle isofreatiche.

Il senso di flusso delle acque sotterranee sembra avere una direzione di scorrimento NO – SE verso le aste del F. Ticino e del F. Po.

La porzione di territorio che rientra nella pianura più ribassata è generalmente caratterizzata da una superficie freatica che si localizza a poca profondità dal piano campagna.

La sua oscillazione risulta molto sensibile all'andamento pluviometrico ed alle piene del F. Ticino.

Le acque freatiche nel loro movimento di filtrazione da monte a valle sono condizionate dalla diversa permeabilità dei materiali che attraversano, con conseguente modificazione della velocità e della direzione di flusso.

Sulla carta idrogeologica sono cartografate le litologie e gli intervalli di permeabilità che le caratterizzano.

La valutazione della vulnerabilità all'inquinamento e della salvaguardia della risorsa idrica sotterranea è basata sulla definizione di quei parametri che condizionano la diffusione e l'infiltrazione nel sottosuolo di eventuali sostanze inquinanti.

In particolare le condizioni di diffusione e di percolazione dipendono sia dalla concentrazione iniziale dell'inquinante, dal tipo di suolo, dal suo spessore, dalla sua capacità adsorbente e rispetto all'inquinante stesso.

In seguito la concentrazione dell'inquinante dipenderà dal tempo e dalla lunghezza del percorso che dovrà compiere con direzione prevalentemente verticale e con mezzo di trasporto costituito dalle acque di percolazione sia meteoriche che di adacquamento sino a raggiungere le acque circolanti in falda.

Una volta raggiunte le acque di falda l'inquinante sarà oggetto di diluizione e inizierà il suo movimento di dispersione secondo una componente orizzontale diretta lungo le linee di flusso e una verticale che sarà legata alle eventuali differenze di densità tra l'inquinante e le acque di falda.

In base alla permeabilità, alla capacità protettiva esercitata dai suoli ed alle profondità della falda sono state individuate indicativamente aree a differente grado di vulnerabilità.

## **10. Caratteristiche geotecniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale.**

Le caratteristiche geotecniche dei terreni che costituiscono il substrato di fondazione sono tra i fattori che condizionano in modo determinante le scelte urbanistiche.

Nella pianificazione comunale le trasformazioni urbanistiche dei suoli, specialmente per i nuovi insediamenti debbono essere valutati nella loro specificità geologico tecnica.

Infatti i parametri geotecnici si riflettono direttamente sulla capacità portante del terreno di fondazione e tali parametri si possono modificare in senso negativo in relazione alla situazione idroclimatica stagionale.

Per una caratterizzazione geotecnica di massima dei litotipi presenti nel territorio comunale sono stati utilizzati i dati ricavati da indagini geognostiche realizzate a corredo di richieste di autorizzazione alla edificabilità per nuove costruzioni.

In allegato sono riportate le tabelle, le diagrafie penetrometriche e le stratigrafie dei sondaggi; i punti d'indagine sono visualizzati nella carta di inquadramento generale geologico strutturale.

I dati ricavati dalle indagini hanno consentito di individuare aree con caratteristiche geotecniche buone, mediocri e scadenti.

In particolare i terreni che interessano il piano fondamentale della pianura, costituiti in prevalenza da sabbie e sabbie limose presentano buone caratteristiche geotecniche e nella seguente tabella sono indicati i valori medi dei parametri geotecnici che li caratterizzano:

<b>Parametri geotecnici</b>	<b>Materiali : Sabbie e limi sabbiosi</b>
Peso di volume $\gamma$ in t/mc.	1,80
Peso di volume immerso $\gamma'$ in t/mc	0,80
Angolo di attrito $\phi$	28° -32°
Densità relativa (%)	30-60

Al di sotto del terrazzo che delimita la superficie fondamentale della pianura sono presenti nei primi metri di profondità, terreni costituiti in prevalenza da limi con sostanza organica che danno parametri geotecnici scadenti i cui valori medi sono visualizzati nella seguente tabella:

<b>Parametri geotecnici</b>	<b>Materiali :</b> Limi con sostanza organica
Peso di volume $\gamma$ in t/mc.	1,70-1,80
Peso di volume immerso $\gamma'$ in t/mc	0,70-0,80
Coazione non drenata $C_u$ in Kg/cmq.	0,13-0,38

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di natura limoso sabbiosa e sabbiosa che costituiscono la zona della frazione San Leonardo e quella verso il confine orientale con il comune di Pavia possono essere considerate da mediocri a buone.

I valori medi dei parametri geotecnici che caratterizzano tali terreni sono riassunti nella seguente tabella:

<b>Parametri geotecnici</b>	<b>Materiali :</b> Sabbie e limi sabbiosi
Peso di volume $\gamma$ in t/mc.	1,80
Peso di volume immerso $\gamma'$ in t/mc	0,80
Angolo di attrito $\phi$	26° -30°
Densità relativa (%)	25-45

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

Nella carta di sintesi sono state individuate le aree con caratteristiche di pericolosità omogenee in relazione allo specifico fenomeno che le genera.

In particolare sono state cartografate le aree caratterizzate da vulnerabilità idrogeologica, le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche 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 caratterizzate da una bassa soggiacenza della falda.

Tali aree sono ubicate al di sotto del terrazzo che delimita il piano fondamentale della pianura e nelle aree morfologicamente più ribassate dove scorre il Roggione che rappresenta il corso di un antico canale percorso dal F. Ticino durante le sue passate divagazioni.

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 frazione San Leonardo dove è ubicato il pozzo comunale utilizzato per l'approvvigionamento idrico del Consorzio acquedotto Linarolo - Valle Salimbene è stata visualizzata e delimitata in carta l'area di salvaguardia, come prescrive la legge, utilizzando il criterio geometrico.

In allegato è stata riprodotta la stratigrafia di tale pozzo.

## **12. Fattibilità geologica per le azioni di piano.**

Sulla base dei dati riassunti e visualizzati nella carta di sintesi, ad ogni ambito omogeneo, è stata associata una classe di fattibilità geologica per le azioni di piano.

La carta di fattibilità è quindi una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni circa le limitazioni e le destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici e definisce le indagini, gli approfondimenti e le opere di mitigazione del rischio necessari nelle singole zone.

Il territorio analizzato nel suo assetto idrogeomorfologico, ambientale e litotecnico ha consentito di operare una suddivisione in tre classi di fattibilità geologica secondo la classificazione contemplata nella legge regionale.

Le zone omogenee, così come sono state concepite attraverso una analisi dei parametri fisici che ne determinano le caratteristiche di stabilità, nella loro diversificazione per un utilizzo urbanistico o comunque edificatorio o di

cambiamento di destinazione d'uso sono soggette a limitazioni che in linea di massima possono essere superate attraverso particolari tecniche d'intervento proposte da tecnici professionisti del settore attraverso una puntuale verifica su ogni singola area.

Le delimitazioni delle zone riprodotte nella “ Carta di Fattibilità Geologica” redatta sulla base di conoscenze idrogeomorfologiche e geostatiche del territorio attuali e pregresse è da considerarsi valida per l'adozione di misure precauzionali ma modificabili sulla scorta di indagini in situ che non possono essere condotte preliminarmente in uno studio di carattere generale.

L'individuazione di classi di fattibilità sotto il profilo idrogeologico ed ambientale tiene conto anche dei vincoli derivati dalle norme relative alle fasce fluviali definite dal PAI.

Le tre classi di fattibilità geologica che ben si adattano alla situazione territoriale del Comune di Valle Salimbene sono articolate nel modo seguente:

### **12.1 Classe II : fattibilita' con modeste limitazioni.**

Appartengono a questa classe le aree del “piano fondamentale della pianura” esterne al limite della FASCIA C del PAI, dove sono state riscontrate lievi limitazioni di carattere idrogeomorfologico.

La situazione idrogeologica di tale area non pone problemi alla edificazione in quanto la superficie freatica risulta ribassata rispetto al piano

campagna; inoltre le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione consentono di adottare carichi d'esercizio buoni.

*Per queste aree, oltre a quanto espressamente previsto dalla specifica normativa urbanistica, è fatto obbligo all'atto della domanda di concessione alla edificazione di allegare una relazione geologico-tecnica redatta da un geologo professionista iscritto all'Albo, supportata da indagini geognostiche ( trincee, prove penetrometriche, sondaggi, ecc.) ottemperando a quanto prescritto dal D.M. 11-3-88 e successive modificazioni.*

### **12.2 Classe III : fattibilità con consistenti limitazioni.**

Questa classe è stata suddivisa in tre sottoclassi:

**Classe III a** : in questa classe rientrano le aree esterne alla FASCIA C del PAI e sono comprese tutte quelle aree che presentano caratteri di fragilità dal punto di vista idrogeologico perchè caratterizzate da emergenze idriche diffuse e dalla vicinanza al piano campagna della falda freatica che nei periodi di elevata piovosità oltre a determinare infiltrazione d'acqua negli scantinati potrebbe compromettere la staticità degli edifici stessi.

*E' sconsigliata la realizzazione di edifici con piani utili posti al di sotto del piano campagna.*

*Per queste aree, oltre a quanto espressamente previsto dalla specifica*

*normativa urbanistica, dovrà essere prodotta all'atto della domanda di concessione alla edificazione, una relazione geologico-tecnica ed idrogeologica firmata da un geologo abilitato, secondo quanto disposto dal D.M. 11-3-88 e successive modificazioni, che oltre a rilevare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche e/o sondaggi ,verifichi le possibili interazioni tra la falda freatica e l'opera da realizzare.*

**Classe III b**: appartengono a questa classe le aree che ricadono all'interno della FASCIA C del PAI per le quali 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, il 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 queste aree, oltre a quanto espressamente previsto dalla specifica normativa urbanistica, dovrà essere prodotta all'atto della domanda di concessione alla edificazione, una relazione geologico-tecnica ed idrogeologica firmata da un geologo abilitato, secondo quanto disposto dal D.M. 11-3-88 e successive modificazioni, che oltre a rilevare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche e/o sondaggi ,verifichi le possibili interazioni tra la falda freatica e l'opera da realizzare.*

*E' sconsigliata la realizzazione di edifici con piani utili posti al di sotto del piano campagna.*

**Classe III c:** in questa classe sono comprese le aree che ricadono all'interno della fascia di esondazione FASCIA B del PAI

Per queste aree valgono le prescrizioni riportate dall'art. 30 e 39 delle Norme Tecniche di 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.
- 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 (art.39):

- 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 l'attuazione degli interventi sopra indicati sarà necessario produrre una relazione geologico tecnica ed idrogeologica firmata da un tecnico abilitato secondo quanto previsto dal D.M. 11.3.88 e successive modificazioni che oltre a verificare le condizioni geotecniche (prove penetrometriche e sondaggi) e le possibili interazioni con la falda freatica accerti che l'opera da realizzare non interferisca negativamente con le condizioni idrauliche della zona.*

**Classe III d:** in questa classe rientrano le aree di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile determinate con il criterio geometrico con raggio di 200 m..

In tali aree 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”.

L’attuazione degli interventi o delle attività elencate nell’art. 5 comma 6 del citato D. Lgs., tra le quali edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione , fognatura, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio entro le zone di rispetto, è *subordinata all’effettuazione di una indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ripermimetrazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (D.G.R. n.6/15137 del 27 giugno 1996) o che comunque accerti la compatibilità dell’intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione.*

### **12.3 Classe IV : fattibilita' con gravi limitazioni.**

Sono classificate "zone esondabili" quelle comprese lungo il corso del F. Ticino aventi una configurazione fisiografica particolare caratterizzata da aree coltivate ed altre incolte che si collocano entro la fascia di deflusso della piena.

Queste aree corrispondono alla FASCIA A e sono normate dall’art. 29 del PAI.

In queste aree inoltre sono esclusivamente consentite le opere relative a

interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione straordinaria, restauro , risanamento conservativo , come definiti dall'art. 31, lett.),b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativi e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

La limitata coltivazione di queste terre rivierasche ha fatto sì che il paesaggio in certe aree abbia mantenuto caratteri di naturalità'.

*In questa classe rientra anche la fascia di tutela assoluta con raggio di 10 m. delle opere di captazione ad uso idropotabile.*

*Le zone di tutela assoluta previste dal D. Lgs. 258/2000 art.5 comma 4 devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.*

*Anche nelle zone comprese nella distanza di 10 m. dei corsi d'acqua vige il vincolo di inedificabilità in conformità a quanto stabilito dal R.D. 523/1904 fino all'assunzione da parte del comune di apposito provvedimento ai sensi della D.G.R. n.7/7868 del 25 gennaio 2002.*

*Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 il Comune di Valle Salimbene è stato inserito in zona sismica 4 in base alla classificazione che stabilisce i nuovi " Criteri per l'individuazione*

*delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.*

*Secondo i contenuti dell’Ordinanza è lasciata facoltà alle Regioni di introdurre o meno l’obbligo della progettazione antisismica.*

*Per i Comuni classificati in zona 4 , in cui il livello di pericolosità sismica è molto basso, si applicano le norme tecniche allegate all’Ordinanza obbligatoriamente per i soli edifici strategici e per le opere infrastrutturali 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.*

## **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 sondaggio 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 Mortasa (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)

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

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.

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.