

# COMUNE DI SARTIRANA LOMELLINA

Provincia di Pavia

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

## RELAZIONE GEOLOGICA

**Aprile 2011**

**Rif. n. 122-10**

a cura di:



**S** tudio  
**G** eologico  
**T** rilobite

Via S.L. Beccari n. 2 - 27027 Gropello Cairoli (PV)  
Tel./Fax: 0382.81.70.38 -  
e.mail: info@studiogeologicotrilobite.com

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1. METODOLOGIA DI INTERVENTO</b> .....	<b>4</b>
1.1 – Analisi dei dati bibliografici preesistenti .....	5
1.2 – Indagine di campagna .....	5
1.3 – Elaborati cartografici .....	5
<b>2 COROGRAFIA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>6</b>
<b>3. CLIMATOLOGIA</b> .....	<b>7</b>
3.1 Temperature.....	8
3.2 Precipitazioni.....	9
3.3 Venti .....	13
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E LOCALE</b> .....	<b>15</b>
<b>5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI</b> .....	<b>18</b>
<b>6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO DELLA LOMELLINA</b> .....	<b>20</b>
6.1 Inquadramento idrogeologico locale .....	21
6.2 Idrografia superficiale.....	22
6.3 Idrogeologia locale .....	22
<b>7. CARTA LITOTECNICA-PEDOLOGICA</b> .....	<b>25</b>
<b>8. CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b> .....	<b>27</b>
8.1 Determinazione del I livello .....	29
8.1.1 Percorsi normativi e metodo di definizione della pericolosità sismica locale.....	30
8.1.2 Indagini ed approfondimenti in caso di costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti .....	32
<b>9. CARTA DI SINTESI E DEI VINCOLI</b> .....	<b>34</b>
9.1 Vulnerabilità .....	42
<b>10. CARTA DI FATTIBILITA'</b> .....	<b>44</b>
10.1 Classi di fattibilità.....	45
10.1.2 Classe II : Fattibilità con modeste limitazioni.....	45
10.1.3 Classe III : Fattibilità con consistenti limitazioni .....	46
10.1.4 Classe IV : Fattibilità con gravi limitazioni .....	48
10.1.5 Area di ambito di cava.....	50

**INDICE TAVOLE ED ALLEGATI:**

<b>TAV. 1 – Corografia</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 2 – Carta geologico-geomorfologica</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 3 – Carta idrogeologica</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 4 – Carta litotecnica-pedologica</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 5 – Sezione idrogeologica</b>	<b>(scala grafica)</b>
<b>TAV. 6 – Carta di pericolosità sismica locale</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 7 – Carta dei vincoli</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 8 – Carta di sintesi</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>
<b>TAV. 9 – Carta di fattibilità geologica</b>	<b>(scala 1:10.000)</b>

**ALL. 1 – Stratigrafie e prove penetrometriche note**

## PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Sartirana Lomellina (PV), viene redatto il presente lavoro quale parte integrante al vigente PGT.

L'analisi dei dati geologici è iniziata mediante la presa visione di quanto riportato nello studio geologico del territorio eseguito dal Dott. Geol. Carlo Piccini e dal Dott. Geol. Tiziano Rosi nel 1994 messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale. In un secondo tempo si è provveduto ad eseguire un rilevamento di campagna finalizzato alla raccolta delle informazioni necessarie alla comprensione della struttura e delle caratteristiche geologiche del territorio comunale. Al termine dei suddetti interventi è stata predisposta la presente Relazione Geologica comprensiva degli elaborati cartografici. Tutto lo studio è stato eseguito in conformità a quanto previsto dalla vigente normativa nazionale e regionale:

D.G.R. n. 5/36147 del 8 Maggio 1993 – *“Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”*.

L.R. 41/1997 – *“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”*.

D.G.R. n. 7/6645 del 29/10/2001 approvazione e direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art 3 della L.R. 41/97).

D.G.R. 22 Dicembre 2005 n.8/1566, modificata dalla D.G.R. 28 maggio 2008, n.8/7374 - *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. N. 12 dell'11 Marzo 2005.*

D.M. 14/01/2008 – *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”*

Il lavoro realizzato si è svolto secondo le seguenti fasi procedurali:

- Esame del materiale geologico-tecnico disponibile, relativamente al comune di Sartirana Lomellina e comuni limitrofi.
- Misurazione della superficie piezometrica e rilievo di campagna in merito all'acquisizione delle informazioni circa la costituzione litologica dell'orizzonte superficiale.
- Definizione delle caratteristiche geologico-tecniche del territorio comunale.
- Proposta di azionamento e definizione delle “classi di fattibilità” geologico-tecniche per gli ambiti di espansione edilizia.

- Produzione degli elaborati cartografici da adottare per l'iter regionale previsto dalla normativa vigente.

La realizzazione degli elaborati cartografici è stata effettuata utilizzando come base sia la carta tecnica regionale alla scala 1:10.000 (carte di inquadramento territoriale), sia la base vettoriale, ottenuta tramite restituzione aerofotogrammetrica in scala 1: 10.000.

## 1. METODOLOGIA DI INTERVENTO

L'analisi del territorio per la definizione dell'assetto idrogeologico generale ha comportata le seguenti attività:

- analisi dei dati bibliografici preesistenti;
- rilevamento di campagna;
- redazione degli elaborati cartografici di base, tematici e di sintesi, finalizzati alla proposta delle classi di fattibilità geologica delle aree di intervento.

I dati geologici disponibili dalla bibliografia ufficiale risultano piuttosto limitati e non particolarmente significativi, specie per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici e geotecnici che, notoriamente, in un territorio di pianura come quello in esame, risultano essere maggiormente interessanti e possono condizionare le prescrizioni di limitazioni alla fattibilità delle azioni di piano.

Tra le fonti bibliografiche utilizzate occorre ricordare:

- studio geologico del territorio comunale a supporto del PRG (anno 1994 – a cura del Dott. Geol. Carlo Piccini e del Dott. Geol. Tiziano Rosi)
- Foglio 58 "Mortara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.
- C.N.R. – I.R.S.A. – "Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa tra le provincie di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria." – 1976.
- Amministrazione Provinciale di Pavia – Piano Provinciale delle Cave (L.R. 18/1982) - Carta Idrogeologica.
- Carta dei suoli a cura dell'E.R.S.A.F. - Quaderno n.17 – Serie SSR

### **1.1 – Analisi dei dati bibliografici preesistenti**

Come dati pregressi sono stati messi a disposizione dell'Amministrazione comunale:

- lo studio geologico del territorio;
- i dati di tre prove geotecniche condotte direttamente nel comune di Sartirana Lomellina in occasione di perizie geotecniche eseguite da privati;
- 8 stratigrafie di sondaggi pregressi eseguiti in occasione del precedente studio geologico;
- 4 stratigrafie messe a disposizione da privati;
- le stratigrafie dei due pozzi comunali.

Inoltre ci si è avvalsi di dati provenienti da lavori effettuati su terreni analoghi e dalle indagini eseguite per la stesura dei PRG comunali dei comuni limitrofi.

### **1.2 – Indagine di campagna**

L'indagine di campagna è consistita nell'individuazione di elementi litologici, morfologici idrogeologici o di altra natura che potessero caratterizzare l'intero territorio comunale. I dati litologici sono stati ricavati sia dall'analisi superficiale mediante analisi sui suoli arati che dagli scassi per la realizzazione di fondazioni o altri interventi antropici. Dei numerosi pozzi e piezometri censiti all'interno del territorio comunale non è stato possibile effettuare alcuna misure, poiché molti di questi pozzi sono muniti di pompa orizzontale che attinge l'acqua della prima falda (in considerazione delle caratteristiche delle pompe orizzontali si sa che la massima profondità della falda non deve superare i 7 metri) mediante tubo attrezzato con valvola di non svuotamento, mentre alcuni dei piezometri individuati erano rotti, mentre altri erano muniti di chiusino con lucchetto. Queste difficoltà hanno condizionato il monitoraggio della falda e di conseguenza la possibilità di una ricostruzione dell'andamento delle isofreatiche contestuale alla campagna di indagini. Pertanto si è dovuto ricorrere a dati bibliografici (Nuovo Piano Cave della Provincia di Pavia e lo studio geologico comunale precedente).

### **1.3 – Elaborati cartografici**

Sulla base dei dati emersi dalle indagini bibliografiche, nonché dai rilievi di campagna sono stati prodotti, come previsto dalla normativa di riferimento i seguenti elaborati cartografici:

---

TAV. 1 – Corografia	(scala 1:10.000)
TAV. 2 – Carta geologico-geomorfologica	(scala 1:10.000)
TAV. 3 – Carta idrogeologica	(scala 1:10.000)
TAV. 4 – Carta litotecnica-pedologica	(scala 1:10.000)
TAV. 5 – Sezione idrogeologica	(scala grafica)
TAV. 6 – Carta di pericolosità sismica locale	(scala 1:10.000)
TAV. 7 – Carta dei vincoli	(scala 1:10.000)
TAV. 8 – Carta di sintesi	(scala 1:10.000)
TAV. 9 – Carta di fattibilità geologica	(scala 1:10.000)

Nella carta di fattibilità sono indicate le prescrizioni, dal punto di vista idrogeologico e geologico-tecnico, necessarie al fine di programmare nel miglior modo le attività consentite sul territorio.

## 2 COROGRAFIA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Sartirana Lomellina è posto nel settore occidentale della porzione di pianura a Nord del Po denominata “Lomellina” e confina direttamente ad Ovest con la Regione Piemonte (provincia di Alessandria). Il territorio comunale occupa una superficie di circa 30 Km<sup>q</sup>.

L'intero territorio, seppur suddiviso in due ripiani morfologici distinti, si mantiene nella sua globalità pressoché pianeggiante con quote comprese tra 101 (ripiano superiore) e 89 m s.l.m. (in corrispondenza delle aree prossime al Fiume Po). A suddividere tali ripiani vi è la scarpata morfologica del Fiume Po, che ha eroso i depositi più antichi creando una tipica morfologia a festoni. Tale scarpata, che per buona parte del suo sviluppo mantiene ancora i suoi caratteri di naturalità anche se non mancano aree in cui il suo andamento è stato antropizzato, limitatamente al territorio comunale, ha direzione N-O S-E disegnando tre grandi archi sede di antiche divagazioni del Fiume Po (paleomeandri).

Il settore in esame cartograficamente risulta compreso nelle Sezioni A7b5, A7c5, A8b1 e A8c1 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

L'abitato di Sartirana Lomellina è principalmente attraversato con direzione SE-NO dalla S.P. 194 che, nella fattispecie, collega Sartirana Lomellina all'abitato di Candia Lomellina e Mede e dalla S.S. 494 che collega a Sud Sartirana Lomellina con Torreberetti. Inoltre il territorio comunale è

interessato dalla presenza della linea ferroviaria Alesandria-Milano che con andamento pressoché Sud-Nord, taglia il Comune scorrendo ad Ovest del centro abitato.

I suoi limiti amministrativi confinano con quelli dei Comuni di Valle Lomellina (a Nord), Breme e la Provincia di Alessandria (a Ovest), a Sud confina con il Comune di Torreberetti e Castellaro ed infine ad Est confina con i Comuni di Semiana e Mede; la maggior parte del paese è concentrata nel centro abitato principale, sede del Municipio.

L'ambito comunale è costituito dal centro principale e da alcune case coloniche e cascine isolate, diversamente distribuite sul comprensorio che denotano la vocazione agricola della zona.

### **3. CLIMATOLOGIA**

Per la determinazione delle condizioni climatiche al contorno della zona di studio sono stati raccolti ed esaminati i dati meteorologici provenienti da stazioni di rilevamento situate in ambito provinciale. In particolare si sono tenute in considerazione i dati della stazione meteo di San Giorgio Lomellina (la stazione più vicina all'area di studio in provincia di Pavia) e Sale (provincia di Alessandria), per i periodi antecedenti gli anni '90, mentre si sono utilizzati i dati pluviometrici di Lomello per quelli più recenti, questi ultimi, in particolare, coprono il periodo 2004-2009. Si può affermare, per quanto riguarda la meteorologia e la climatologia di questo territorio, come per la gran parte della pianura Lombarda, che esso è caratterizzato da una certa continentalità con condizioni prevalenti di alta pressione (anticicloniche) nel periodo estivo ed in quello invernale. In particolare si hanno inverni rigidi ed estati calde. Una scarsa circolazione d'aria, causata della barriera orografica alpina che impedisce la libera circolazione delle perturbazioni atlantiche unitamente all'anticiclone continentale, che determina condizioni di clima freddo e con periodi di assenza di vento, concorrono ad avere inverni nebbiosi. L'anticiclone atlantico garantisce invece condizioni termiche più miti. L'autunno e la primavera sono caratterizzate da tempo instabile per la presenza di aree a bassa pressione, che portano ad abbondanti precipitazioni.

Le valutazioni meteo - climatiche sono state desunte sulla base delle seguenti pubblicazioni:

- R.ROSSETTI / M. TORTELLI "Esempio di microclima della Pianura Padana"
- Commento climatico alle annate agrarie – E.R.S.A.F.
- Landini – La lomellina - Roma, 1952.

Nel particolare quindi si sono utilizzate le seguenti stazioni meteo per ottenere le temperature e le precipitazioni:

- San Giorgio Lomellina per il periodo compreso tra il 1960 e il 1985;
- Tortona per le temperature relative al periodo 1926-1970;
- Sale per le precipitazioni relative al periodo 1926-1970;
- Lomello per le precipitazioni tra gli anni 2004-2009.

Per tutte le considerazioni successive si farà riferimento all'anno climatico, secondo le suddivisioni stagionali.

### 3.1 Temperature

Vengono riportate nella tabella seguente le temperature medie mensili (° C) per il periodo 1960 – 1985 per le prime 3 stazioni, mentre per la stazione di Tortona i dati sono riferiti all'intervallo di tempo 1926-1970.

Stazione	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
<b>Gambolò</b>	-0.6	2.0	6.2	10.9	14.7	19.3	21.2	20.2	16.7	10.9	4.8	0.3	10.6
<b>S. Giorgio L.</b>	-1.1	1.4	5.1	9.4	13.9	17.3	19.5	19.1	15.4	10.2	4.3	0.2	9.6
<b>Gropello C.</b>	-0.7	2.2	6.5	11.5	15.9	20.2	22	21	17.4	11.3	4.8	0.2	11
<b>Tortona</b>	-1.1	3.6	6.1	12.6	16.7	21.3	23.0	22.8	19.4	13.6	7.3	2.6	12.7

La stazione di misura di San Giorgio Lomellina (ubicato a 5 km a Nord-Est), risulta essere la più vicina al territorio comunale di Sartirana Lomellina in Provincia di Pavia.

Le temperature evidenziano nell'insieme caratteri climatici continentali, con inverni freddi sotto, in alcuni casi sotto lo 0 ( Gennaio – 1,1) o comunque con valori inferiori al grado (Dicembre 0,3° e 0,2 °C) ed estati calde (Luglio da 21,2° a 22 ° C fino a 23° registrati nella stazione di Tortona, riferita però a decenni differenti).

Nonostante la limitatezza e la relativa omogeneità delle misurazioni, (non considerando la stazione di Tortona sia per via della diversa durata del periodo delle osservazioni, sia per l'elevata posizione topografica rispetto alle altre (122 m s.l.m contro gli 95 m di media delle altre stazioni), l'area di studio presenta significative differenze dal punto di vista termico, rilevate dagli scarti sulle

temperature medie mensili e annuali : la stazione più calda risulta quella di Gropello Cairoli, mentre la più fredda quella di San Giorgio Lomellina.

Evidentemente le caratteristiche del reticolo idrografico e della rete irrigua devono in qualche misura incidere su quella che parrebbe l'omogeneità della pianura considerata.

Le temperature medie per stagione erano:

Temperature ( °C )	Gambolò	S. Giorgio Lomellina	Gropello C.
Inverno	0.6	0.2	0.6
Primavera	10.6	9.5	11.3
Estate	20.6	18.6	21.1
Autunno	10.8	10	11.2

Si può ben vedere che la temperatura minima si raggiunge grossomodo nel mese di Gennaio, da cui essa progressivamente aumenta fino a raggiungere i massimi valori nel mese di Luglio.

### 3.2 Precipitazioni

Nella seguente tabelle vengono mostrate le precipitazioni medie mensili ed annuali riferita ad alcune stazioni pluviometriche di riferimento. Per le prime tre stazioni considerate il periodo di monitoraggio abbraccia l'intervallo di tempo 1960-1985, mentre per la stazione di Sale (AL) distante circa 18 km, le osservazioni si riferiscono al periodo 1926-1970:

Stazione	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
<b>Gambolò</b>	58.2	69.4	81.4	75.3	86	70.8	49.7	77	63.6	103.4	88	59.6	882.3
<b>S. Giorgio L.</b>	53.2	70.5	66.5	71.2	73	57.2	45.2	69	53	86	83.4	56.3	784.6
<b>Gropello</b>	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
<b>Sale</b>	48	54	65	58	67	59	47	50	46	82	90	63	712

Le precipitazioni presentano due massimi rispettivamente nel periodo autunnale ed in quello primaverile e due minimi in quello estivo ed invernale.

Secondo Rossetti (1995) “ questi caratteri avvicinano la zona al regime appenninico in quanto, anche se poco differenziati da quelli secondari, il massimo principale è in autunno ed il minimo principale in estate. Il regime prealpino mostra invece il max principale in primavera ed il min principale in inverno”.

Dalla tabella e dagli istogrammi (a fondo capitolo) si vede come il mese più piovoso sia Ottobre e quello a minor piovosità Luglio.

La sottostante tabella evidenzia la distribuzione percentuale sul totale della piovosità nei diversi periodi dell'anno.

Stazione	O - N	A - M	L - A	G - F
Gambolò	23.1 %	18.3 %	14.4 %	14.5 %
S. Giorgio	21.5 %	18.4 %	14.5 %	15.8 %
Gropello	21.6 %	17.1 %	14.7 %	15.5 %

Se si considerano le precipitazioni dall'inizio dell'anno civile per i singoli trimestri si ottengono le seguenti percentuali:

Stazione	G - F - M	A - M - G	L - A - S	O - N - D
Gambolò	23.7 %	26.3 %	21.6 %	28.4 %
S. Giorgio	24.2 %	25.7 %	21.3 %	28.8 %
Gropello	24.4 %	25.1 %	22.2 %	28.2 %

Per quanto riguarda le rilevazioni più recenti (2004-2009), si può far riferimento, grazie ai dati ARPA della stazione pluviometrica di Lomello.

Il periodo di osservazione non è raffrontabile con le altre stazioni, poiché non sono conosciuti i dati per il medesimo periodo; pertanto questi dati hanno solo uno scopo orientativo, ma comunque rispondente alle ultime annate. I valori di precipitazioni sono riportati in mm.

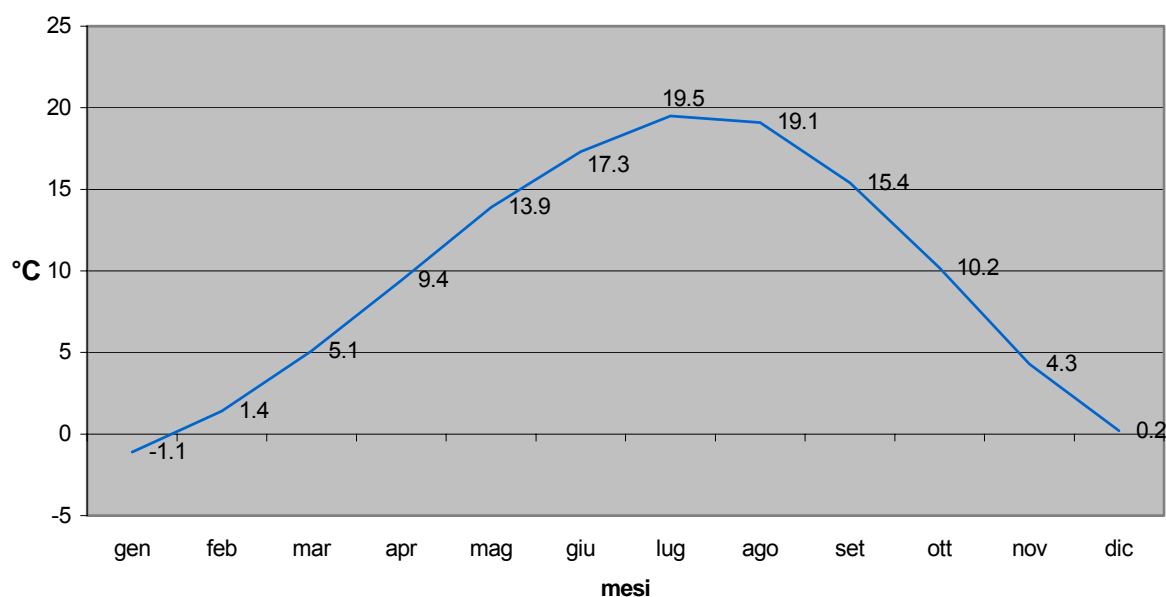
#### STAZIONE DI LOMELLO

Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Tot
2004	39.4	63.8	34.8	61.4	61	11.4	27.6	0.6	22.6	50.6	105.2	3.2	481.6
2005	4.2	23.4	26.2	32.4	27.4	6.6	88	79.8	54.8	71.4	44.2	45.6	504
2006	44.8	65.2	18.2	29.8	42.8	24.6	30.8	116.4	127.2	47	28.6	44.6	620
2007	40	11.6	41.2	11	70.6	61.4	0.4	78.8	41.6	54.2	64	8.4	483.2
2008	127.6	32.2	5	104.8	83	82.6	15.6	50.4	68	34.8	153.8	116.2	874
2009	75.4	75.6	87.6	121.4	3.2	14.6	37.4	41	59.8	37.4	130.4	62.8	746

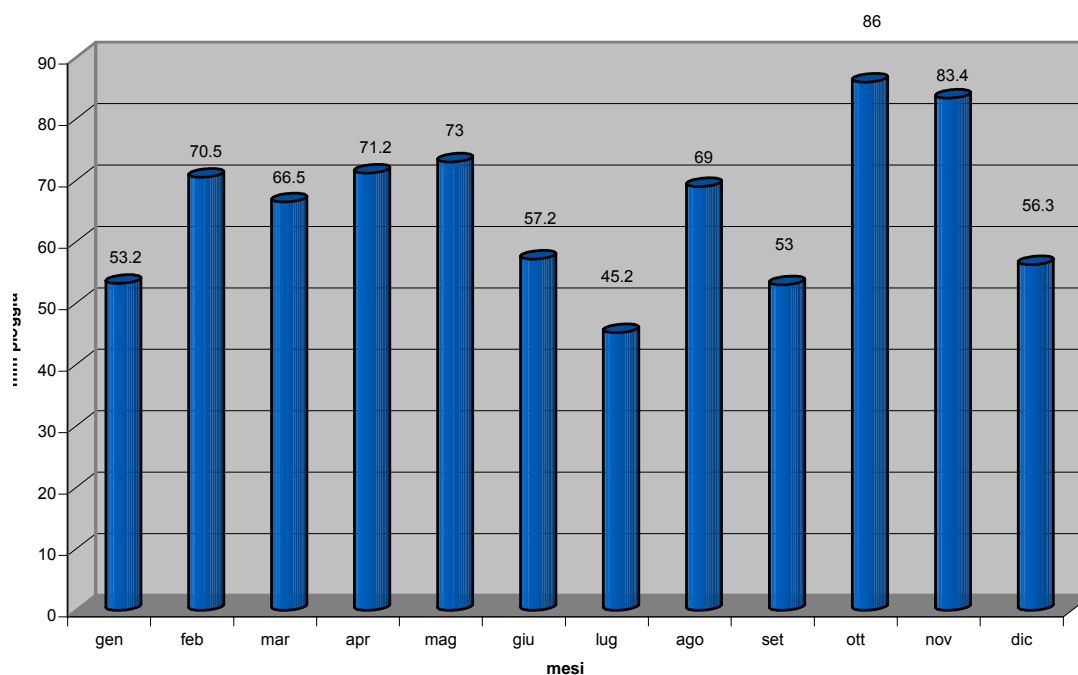
Di seguito vengono riportati i grafici di temperatura e precipitazioni, trattati precedentemente nel testo, relativi alla stazione di San Giorgio Lomellina per il periodo compreso tra il 1960 e il 1985, le precipitazioni medie riferite alla stazione di Sale per il periodo 1926-1970 e in ultimo le precipitazioni ARPA della stazione di Lomello per il periodo 2004-2009.

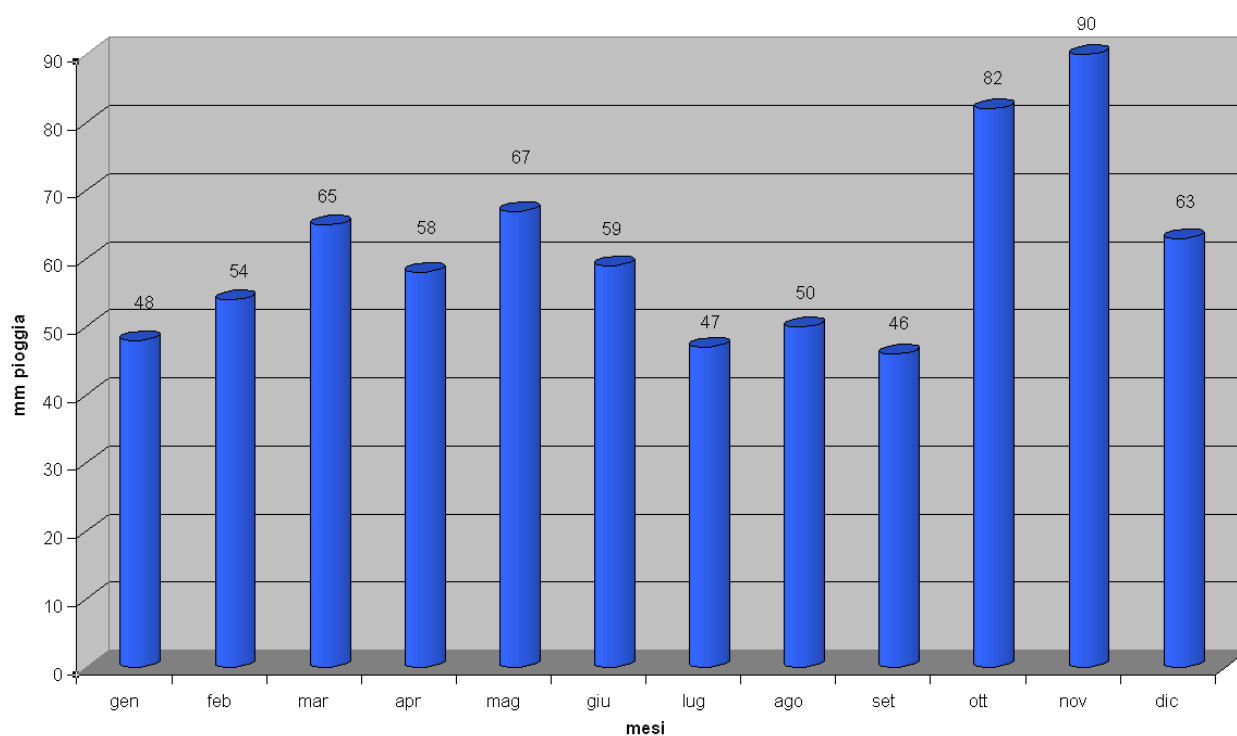
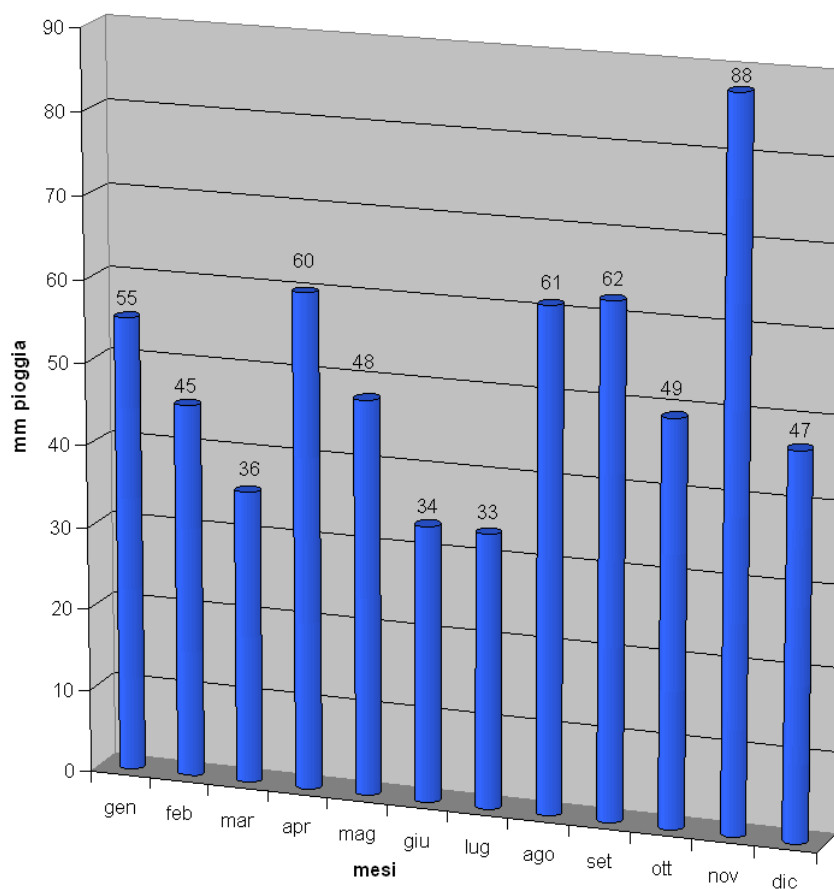
In generale si può assistere ad un massimo assoluto di precipitazioni in corrispondenza dei mesi autunnali (Ottobre e Novembre) e valori minimi concentrati attorno ai mesi estivi (Luglio in particolare).

**Temperature medie mensili a San Giorgio Lomellina  
(1960-1985)**



**Precipitazioni medie mensili a  
San Giorgio Lomellina (1960-1985)**



Precipitazioni medie mensili  
a Sale (1926-1970)Precipitazioni medie mensili a  
Lomello (2004-2009)

### 3.3 Venti

Per quanto riguarda lo studio sulla distribuzione e l'intensità dei venti della zona, si è fatto riferimento ai dati raccolti dalla stazione conosciuta più vicina al Comune di Sartirana Lomellina e dotata di rilevamento anemometrico, che è risultata essere quella di Pavia.

Qui è stato possibile ottenere sia i valori delle frequenze relative cumulate, espresse in percentuale, della direzione del vento prese in diversi momenti nell'arco del giorno solare; in particolare si fa riferimento ai dati presi, nell'arco dell'anno, durante la mattina, il primo pomeriggio e la sera. Più precisamente alle ore 8, 14 e 19.

Grazie a queste misurazioni sono state fatte le seguenti considerazioni:

Il vento tende prevalentemente a soffiare verso **S-O**

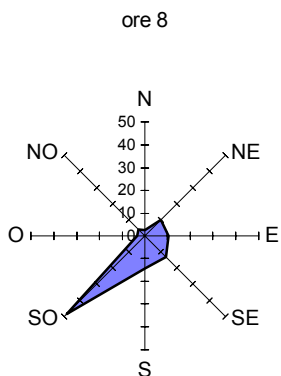
dalle misurazioni condotte alle ore 8.00 si denota una marcata prevalenza del vento a soffiare verso **S-SO**. Si può vedere come esso presenti un aumento di intensità durante l'inverno ed una diminuzione verso i mesi più caldi (primavera e in special modo in estate), per poi ripresentarsi con una graduale risalita in autunno.

i dati presi alle ore 14.00 ricalcano quelli relativi alle ore 8.00 per quanto riguarda la direzione che assume un orientamento **S-SO**, con minime variazioni per il periodo primavera-estate (come accennato in precedenza).

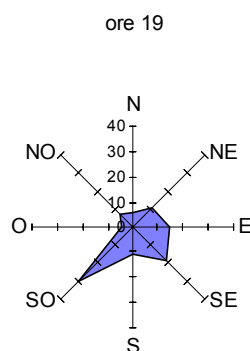
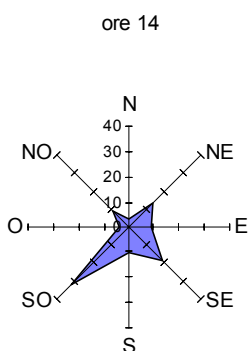
I mesi di agosto ed ottobre sono caratterizzati da estrema variabilità, mentre solo nei mesi estivi si nota una certa prevalenza nei settori **NE, SE e SO**.

Le misurazioni condotte alle ore 19 confermano ulteriormente il trend direzionale che già si era visto nella mattina e nel pomeriggio. La direzione principale del vento, seppur notevolmente diminuita rispetto alla mattina, predilige ancora la direzione **SO**.

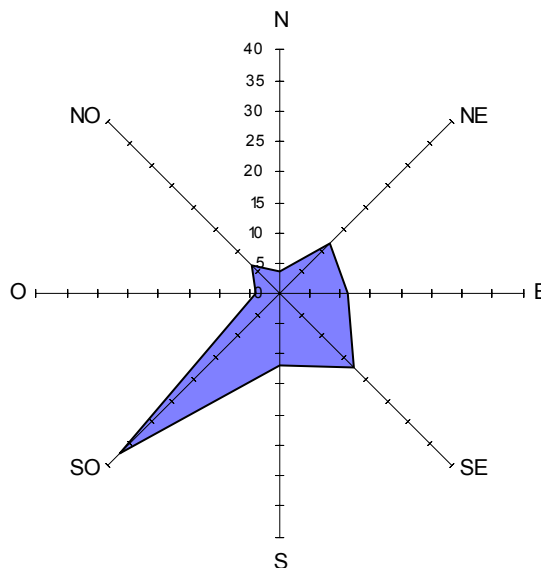
il periodo dicembre – febbraio è caratterizzato da una direzione prevalente verso **SO**, mentre da marzo a settembre prendono importanza i settori relativi a **SE, E e NE**.



Direzione	ore 8	ore 14	ore 19
N	2.5	3.2	5.6
NE	9.8	13.6	10.7
E	10.3	9.0	14.3
SE	13.3	19.1	18.7
S	14.3	10.0	10.8
SO	48.4	32.5	30.7



media



FREQUENZA PERCENTUALE DELLE DIREZIONI DEL VENTO DURANTE IL GIORNO ED AI SINGOLI RILEVAMENTI: ORE 8, 14 e 19 (valori mediati sull'intero anno).

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E LOCALE

L'area oggetto di studio ricade in quel vasto comprensorio che va sotto il nome di Lomellina e che, con l'Alto Novarese, è parte integrante della piana alluvionale (Pianura Padana) che dai margini alpini ed appenninici, si estende fino al mare Adriatico.

Quest'area è delimitata ad Ovest dal Fiume Sesia, ad Est dal Fiume Ticino ed a Sud dal Po; il confine settentrionale è di natura amministrativa ( Provincia di Novara), mentre dal punto di vista fisiografico e geologico dovrebbe intendersi esteso fino alle colline moreniche ed alle estreme propaggini meridionali del Sud-Alpino piemontese e lombardo.

Il territorio in esame si presenta suddiviso in due unità morfologiche principali separate da una scarpata di terrazzo del Fiume Po (in parte antropizzata) che, scorrendo a circa 5 km a Sud-Ovest dell'abitato di Sartirana Lomellina, è responsabile della conformazione morfologica del territorio comunale:

- il ripiano alluvionale pleistocenico pianeggiante su cui è stato impostato anche l'abitato di Sartirana Lomellina, quasi interamente vocato all'agricoltura (quota media intorno agli 98 m s.l.m.);
- il ripiano inferiore occupato principalmente dalle alluvioni medie e recenti del Fiume Po (quota media intorno agli 91 m s.l.m.).

Il territorio nella porzione superiore appare oggi pressoché pianeggiante a causa della forte antropizzazione dovuta soprattutto alle intense pratiche agricole, ma mantiene una debole pendenza verso Est e Sud-Est. Esso è costituito dai sedimenti, prevalentemente terrigeni, del Pliocene Quaternario che hanno colmato, per effetto dell'erosione della catena alpina ed appenninica, il Paleobacino Padano. Il territorio comunale al di sotto della scarpata morfologica è anch'esso sostanzialmente pianeggiante, ma risente ancora notevolmente dell'azione del Fiume Po, pertanto è frequente ritrovare depressioni legate all'azione erosiva e parziale sedimentazione esplicata dal divagare del fiume. Per tali motivi le attività agricole in questa porzione di comune sono scarse e assai difficoltose e buona parte del territorio, specialmente quello prossimo al fiume, è coltivata a pioppi.

La successione stratigrafica del sottosuolo è rappresentata dai sedimenti appartenenti al sistema deposizionale plio-pleistocenico padano i cui termini basali (Pliocene-Pleistocene inf.), di origine marina, sono complessivamente costituiti da marne argillo-siltose e da argille siltose; su di esse riposa la sequenza continentale (Pleistocene medio sup. - Olocene) formata dalla successione "Villafranchiana" e dal "materasso alluvionale".

Secondo Braga, Cerro e G.Pilla (*"Le risorse idriche della città di Pavia"* / Atti Ticinensi di Scienze della Terra - Università di Pavia, 1998) al "Villafranchiano" corrispondono depositi di ambiente

palustre-lacustre a bassa energia, litologicamente caratterizzati da un complesso limoso argilloso intercalato da ricorrenti livelli sabbiosi.

A questo si sovrappongono depositi francamente fluviali (Pleistocene medio-superiore) per lo più costituiti da ghiaie e sabbie, a cui si intercalano orizzonti limosi e argillosi.

La copertura alluvionale rappresenta dunque l'ultima fase della sedimentazione che ha colmato il Paleobacino Padano e su di essa è, per l'appunto, impostato il Piano Generale della Pianura.

Su tale piano ( noto anche in letteratura come *Piano Generale Terrazzato* o *Livello Fondamentale della Pianura*) hanno poi agito i corsi d'acqua incidendone i depositi e modellandone la superficie.

L'azione erosiva del Fiume Po, del Fiume Sesia e del Fiume Ticino (e, in subordine, dei corsi d'acqua minori come Terdoppio ed Agogna) ha prodotto profonde incisioni e le grandi scarpate di raccordo fra tardoglaciale würmiano ed Olocene.

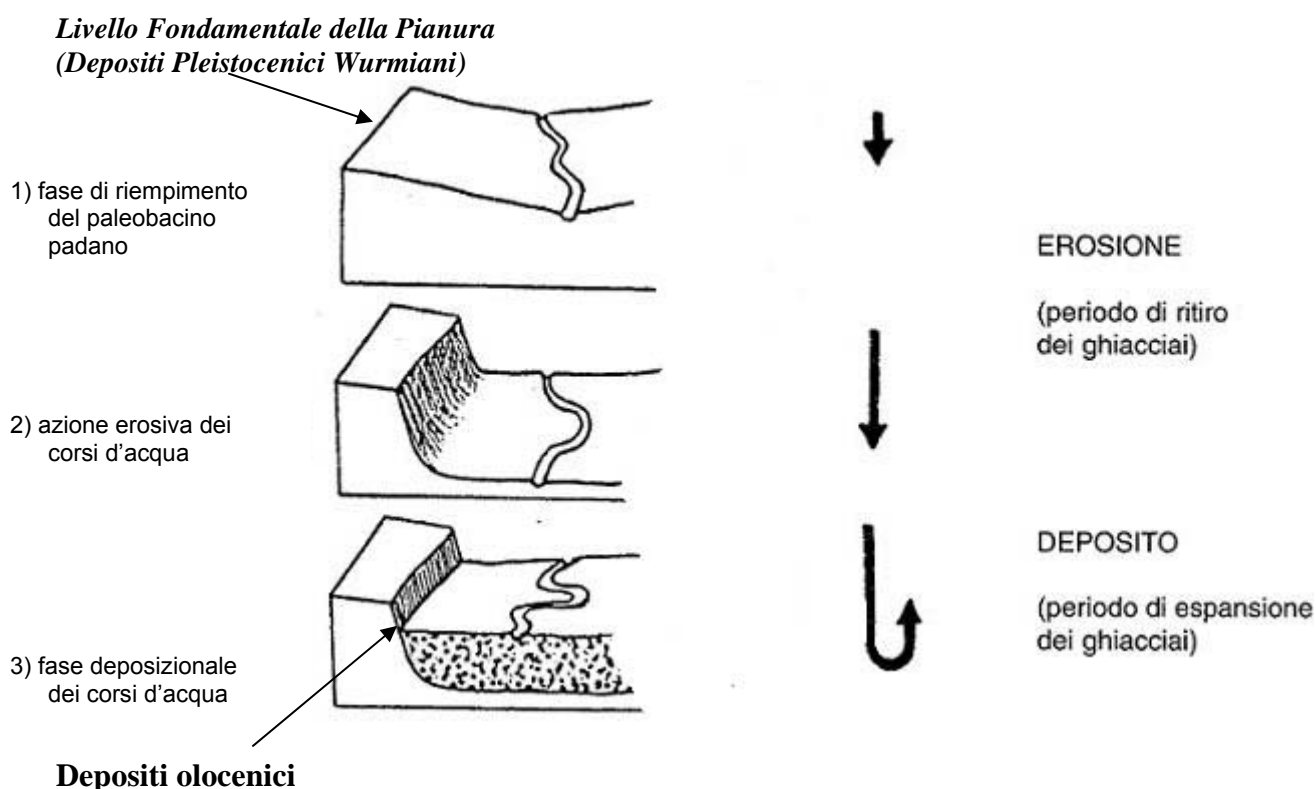


Fig. 1 - schema esplicativo dell'evoluzione dei terrazzi

In tale contesto geologico regionale è inserito il territorio di Sartirana, dove è possibile riconoscere, in varia forma e misura, gli elementi costitutivi del comprensorio lomellino precedentemente descritti. Geologicamente l'area di studio è compresa all'interno del Foglio 58 – Mortara della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

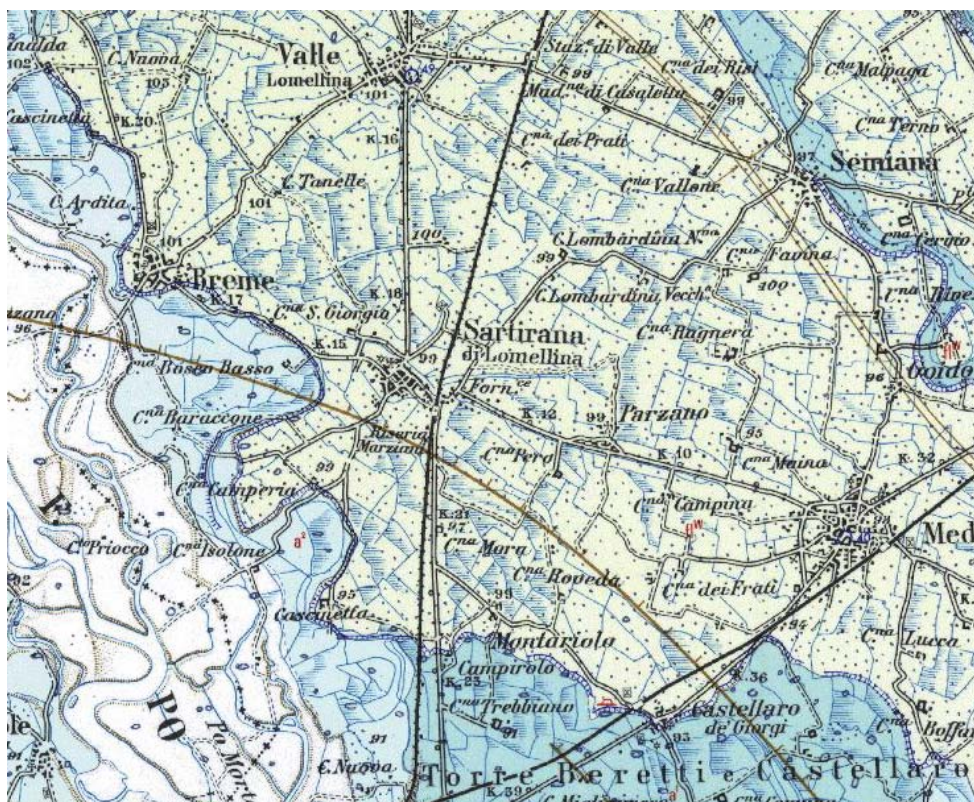


Fig. 2 - stralcio Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 58 - Mortara

In particolare per quanto riguarda la geologia superficiale, nel territorio comunale di Sartirana, possiamo riscontrare la presenza di depositi alluvionali riferibili direttamente all'azione deposizionale del Fiume Po che ha generato ripiani riferibili all'Olocene medio e recente, testimoni di livelli diversi di stazionamento dei corsi d'acqua e dei processi erosivi e deposizionali degli stessi in epoca postglaciale. I suddetti fenomeni sono quelli che hanno dato origine alla scarpata fluviale del comune di Sartirana la quale divide le alluvioni oloceniche (sottostanti) dalle alluvioni pleistoceniche (soprastanti).

Il limite settentrionale dei depositi olocenici risulta delimitato da una scarpata morfologica presente a circa 2 km a Nord di Sartirana Lomellina che separa questi terreni dai soprastanti depositi del Livello fondamentale della Pianura (Fluviale Wurm).

In generale i terreni olocenici (posti al di sotto della scarpata) si presentano litologicamente disomogenei ed alternano la presenza di ghiaie, sabbie, limi ed argille con notevoli variazioni granulometriche sia in senso laterale che verticale, a chiara testimonianza delle variazioni, nel tempo, della capacità di trasporto dei corsi d'acqua.

## 5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio in esame si presenta eminentemente pianeggiante con quote che vanno dai 101 m s.l.m. (porzione Nord-Ovest del Comune) a 89 m s.l.m. (porzione Sud-Est); da ciò emerge che globalmente il territorio comunale ha una blanda pendenza verso S-E. Il Comune è suddiviso dalla scarpata morfologica del Fiume Po, in parte antropizzata ed in parte ancora mantenente i suoi caratteri di naturalità, che come precedentemente accennato separa i sedimenti più antichi del ripiano superiore (wurminai) da quelli più recenti (olocenici) e ancora in parte (nelle zone prossime all'alveo attivo del fiume) legati alle azioni di erosione e deposizione del Fiume Po. Tale scarpata avente direzione Nord-Sud, di altezza media pari a circa 5-6 m nella porzione centro occidentale del Comune (al confine con Breme) e progressivamente si abbassa di quota procedendo verso sud, si presenta con andamento a “festoni ampio e falcato” che riproduce l'impronta di antichi meandri fluviali (tre per l'esattezza), a testimonianza di un'intensa attività erosiva del Fiume Sesia e Po. Nel corso dell'era quaternaria, questi hanno lasciato traccia di antichi percorsi fluviali ormai abbandonati e sede oggi di canali che esplicano una azione drenante dei terreni contigui rimanendo in parte attivi.

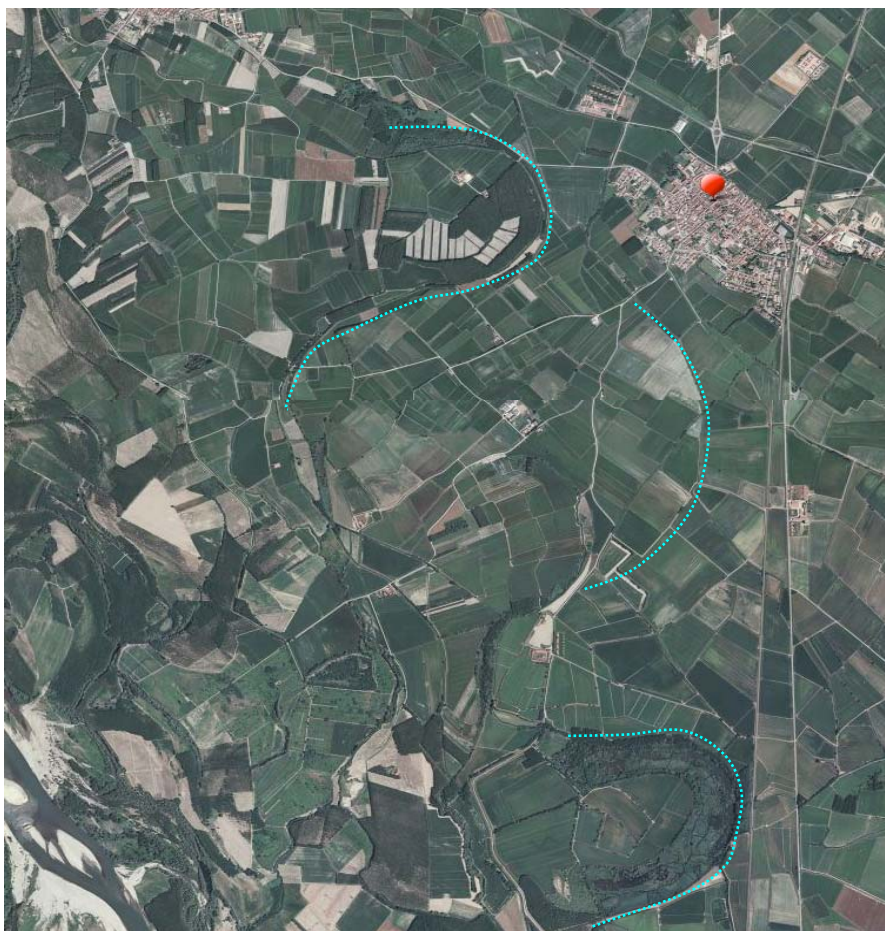


Fig 3 - foto satellitare di meandri residui

Gli elementi morfologici originali del paesaggio, principalmente caratterizzati da ondulazioni e terrazzamenti minori, risultano ora mascherati dalle modificazioni antropiche apportate dall'uomo nel corso dei secoli a seguito delle pratiche agricole o legati al reperimento di materia prima per la realizzazione di laterizi artigianali. Queste ultime attività erano localizzate in special modo laddove erano presenti i così detti "dossi della lomellina", ondulazioni positive ormai "spianate" e raramente ancora visibili che, secondo l'ipotesi più accreditata da numerosi Autori, sono di origine eolica.

Sul territorio inoltre si individuano delle irregolarità morfologiche artificiali come l'argine maestro del fiume Po che con andamento NNE-SSO è presente dapprima nella parte SO del territorio comunale e successivamente si abbassa sempre più annullandosi del tutto in corrispondenza dell'area di pertinenza del Po Morto per riprendere nel settore SE.

Globalmente si può affermare che le secolari attività agricole, gli spianamenti e la regimazione ad uso irriguo delle acque, infine, hanno profondamente modificato l'originario assetto del territorio, le cui forme erano strettamente legate alla morfologia fluviale.

All'interno del territorio comunale si ha la presenza di due (SIC) siti di interesse comunitario: la Garzaia di Sartirana (completamente compresa nel territorio comunale e riconosciuta come Monumento Naturale Regionale dal 1996) e parte della Garzaia del Bosco Basso (la rimanente parte della garzaia ricade in Comune di Breme). All'interno della Garzaia di Sartirana vi è il "lago di Sartirana", che deriva dal salto di un di meandro del fiume Sesia.

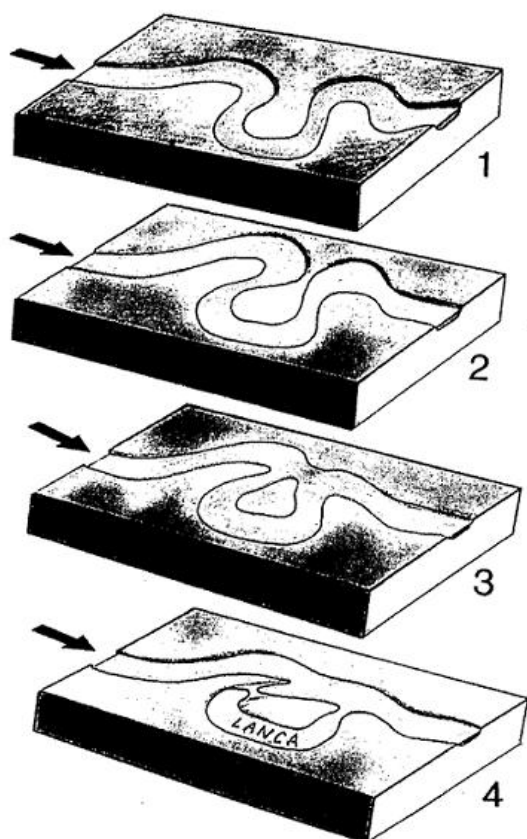


Fig. 4 - schema del salto di meandro con il risultato finale della formazione di una lanca

Da fonti bibliografiche (indagini condotte presso l'Archivio storico dell'Associazione irrigua Est-Sesia a Novara) si apprende che il cosiddetto "Lago di Sartirana" si è formato verso la fine del 1700 dal divagare del fiume Sesia che scorreva a quel tempo a nord-ovest del fiume Po.

Fonti locali sottolineano tuttavia la presenza di una grande lanca sin dall'anno mille nello spazio golenale attualmente occupato dal Monumento Naturale.

Gli interventi eseguiti nel corso degli anni, da parte dei vari proprietari succedutisi nel sito, hanno garantito il mantenimento della attuale situazione, impedendo di fatto la naturale evoluzione della lanca verso il suo definitivo interrimento.

Nel sottore occidentale del territorio comunale sono stati individuati due ambiti estrattivi: l'ATEg01 e l'ATEg02; il primo, localizzato nell'area golenale del Fiume Po, si riferisce ad una cava di nuovo inserimento di sabbia e ghiaia, mentre il secondo si riferisce ad una cava di sabbia e ghiaia già attiva da anni ( ex ATE 80s).

## **6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO DELLA LOMELLINA**

Il sottosuolo della Lomellina è formato da sedimenti che appartengono al sistema deposizionale continentale-padano, di età Plio-pleistocenica. Questo sistema, sostenuto di sedimenti di origine marina (posti alla profondità superiore a 400 metri), è costituito prevalentemente da marne argillose siltose e da sabbie e ghiaie con intercalazioni di livelli argillosi; è articolato in due sequenze litostratigrafiche principali sovrapposte e di origine continentale:

- *la sequenza inferiore del Villafranchiano*
- *la sequenza superiore alluvionale pleistocenica medio superiore*

La prima, di origine palustre-lacustre, è litologicamente costituita da un complesso limo-argilloso, al cui interno si osservano spesso livelli sabbiosi.

Al tetto, il complesso Villafranchiano è ricoperto da sedimenti depositatisi in ambiente fluviale (Pleistocene medio-superiore), costituiti soprattutto da ghiaie e sabbie, intercalate ad orizzonti limosi e argillosi.

Di spessore assai inferiore ai precedenti e sempre di natura continentale sono i depositi alluvionali localizzati sul fondo delle incisioni fluviali e sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi dal modesto sviluppo verticale (alluvioni antiche e recenti oloceniche).

Da un punto idrogeologico l'intera sequenza deposizionale descritta può essere suddivisa in tre unità principali:

- *materasso alluvionale*
- *successione villafranchiana*
- *basamento sedimentario marino*

La prima sequenza è molto importante perché è sede dei serbatoi idrici di maggiore importanza, sia per la loro estensione che per la loro elevata trasmissività.

Nei primi 120-150 m di profondità di questo materasso alluvionale è possibile trovare numerosi acquiferi, connessi fra loro, che ospitano falde a pelo libero, con un livello piezometrico che si attesta a pochi metri dal p.c. (definite in letteratura come multifalda). A separazione con dell'acquifero sottostante, vi è un strato argilloso, posto alla profondità di circa 120, con spessore ed estensione areale molto potente (circa 10 metri) che conferisce alla falda sottostante caratteristica di artesianità.

Limitatamente agli acquiferi a pelo libero della Lomellina, si può riconoscere, in alcune aree, una prima falda freatica sita a pochi metri dal p.c., regolata sia dagli afflussi meteorici stagionali che dalle pratiche agricole (risaie a mais). Tale falda presenta una direzione generale di flusso verso SE, certamente condizionato dall'azione drenante operata dall'incisione delle valli del Po.

Tale acquifero (avente uno sviluppo areale a livello regionale) è costituito da ghiaie a media granulometria e da locali livelli di sabbie medio-fini con intercalazioni di livelli argillosi di varia potenza e con estensione variabile che conferiscono alle falde più profonde e protette un certo grado di artesianità.

Alla profondità di circa 120 metri la falda freatica alla base rimane divisa da quelle più profonde grazie alla presenza di diaframmi a bassa conducibilità idraulica che non permettono significativi scambi idrici con il serbatoio freatico principale.

Degli acquiferi profondi, si può presumere che il moto delle acque, al loro interno, sia condizionato dalle morfostrutture sepolte (Cerro e Braga, 1988), mentre la loro area di alimentazione è da ricercarsi nella fascia pedemontana alpina.

La sottostante unità del Villafranchiano è arealmente meno estesa, ma ha grande sviluppo verticale. Qui gli acquiferi sono contraddistinti da un regime idrodinamico artesiano e anch'essi possiedono un moto di movimento delle acque fortemente condizionato dalle strutture sepolte modellate sul basamento marino.

L'ultima unità, di origine marina, risulta caratterizzata da un comportamento pressoché impermeabile.

## **6.1 Inquadramento idrogeologico locale**

Nella *Carta Idrogeologica* (V.di TAV. 3) sono sintetizzati i diversi aspetti connessi all'idrografia superficiale nonché quelli legati all'idrogeologia, cioè alle modalità di distribuzione e di flusso degli

acquiferi sotterranei. Nella *Carta Idrogeologica e di Sintesi* (V.di TAVV.3 e 8) sono stati suddivisi e riportati i terreni in base al grado di vulnerabilità della prima falda.

## 6.2 Idrografia superficiale

Nel territorio comunale di Sartirana e nelle sue immediate vicinanze è presente una rete idrografica complessa dove sono riconoscibili essenzialmente 3 sistemi:

- Il tracciato del Fiume Po e del Fiume Sesia; essi appartengono al Reticolo Idrico principale e seppur ricadenti al di fuori del confine comunale, meritano una particolare menzione poiché distanti meno di 1 km dal Comune (Il Fiume Po nel suo punto più vicino al confine comunale si trova a 300 m), svolgono un'importante azione drenante nei confronti della prima falda;
- Il sistema costituito dai corsi d'acqua appartenenti e gestiti da consorzi di bonifica in cui sono iscritti importanti canali adduttori, inseriti anche nell'elenco delle acque pubbliche, tra cui il Roggione di Sartirana, la Roggia Acquarola, il Cavo De Cardenas;
- Il sistema costituito da corsi d'acqua gestiti direttamente da privati, tra cui si ricordano il Canale Storto ed il Po Morto.

Come precedentemente accennato tutta la rete idrografica è di fatto costituita da una serie di canali naturali con funzione di colatori o canali artificiali, per lo più sotto il controllo e la gestione del Consorzio di irrigazione e Bonifica Est-Sesia o da consorzi privati. Essi si diramano da NNO a SSE portando acqua alle colture agricole e trovando un recapito naturale nel poco distante Fiume Po che funge da dreno naturale e da ricettore di tutte le acque di colo provenienti dalla pianura soprastante. Lo scorrimento e le portate di questi canali sono generalmente regolate dai rilasci consortili e dai vari moduli di prelievo stagionali che vengono effettuati dalla fitta rete di canalizzazione che si presenta leggermente incassata rispetto all'attuale piano campagna.

## 6.3 Idrogeologia locale

Nei capitoli precedenti sono state effettuate delle considerazioni circa le caratteristiche litologiche del sottosuolo. Per quanto concerne l'area di interesse tali considerazioni sono possibili tramite l'analisi della stratigrafia dei due pozzi comunali di Sartirana (gli unici abbastanza profondi per trarre qualche valutazione). Attualmente solo il pozzo di via Palestro è utilizzato, mentre quello di via Roma al momento non viene impiegato. Osservando tali stratigrafie e rifacendosi alle informazioni attinte in letteratura, riguardo l'idrografia della zona, è possibile ricostruire una sezione idrogeologica (Tav 5) in cui si individuano i principali acquiferi: il primo è caratterizzato da falda

freatica talora semiartesiane, con caratteristiche di multifalda e la seconda, individuabile dalla profondità di 80 e 100 metri, a carattere decisamente di artesiane.

In linea generale dalle stratigrafie emerge che in superficie, al di sotto di una coltre di terreno di copertura valutabile intorno ai due-tre metri, si hanno sedimenti ghiaioso-sabbioso molto permeabile, mentre inferiormente si ritrovano depositi progressivamente più fini, con permeabilità scarsa o nulla (argille, limi ed argille).

Nel mese di Gennaio 2011 è stata condotta una campagna freaticometrica al fine di avere dei dati diretto circa l'andamento della falda. Sono stati censiti e cartografati numerosi piezometri, tuttavia questi si presentavano o chiusi o muniti di valvola antisvuotamento pertanto non è stato possibile effettuare alcuna misura.

Pertanto per la ricostruzione della soggiacenza della falda e dell'andamento delle isofreatiche si è fatto riferimento a delle misure storiche messe a disposizione da privati. Tali misure sono state utilizzate per il monitoraggio della falda in una porzione limitata di territorio laddove si era in previsione di eseguire una cava di sabbia e ghiaia. Le misurazioni, che si distribuiscono tra il Marzo 2006 e l'Ottobre 2007, sono riassunte nella seguente tabella, le sigle si riferiscono ai piezometri riportati in Tav.4:

Piezometro	Sp2	Sp4	Sp5	Sp6	Sp7	Sp8	Sp9
Quota p.c.	89.9	92.95	93.77	92.93	92.54	91.39	91.00
	m da p.c	m da p.c	m da p.c	m da p.c	m da p.c	m da p.c	m da p.c
17-3-2006	1.80						
28-4-2006	1.92						
16-6-2006	1.66	2.67					
7-9-2007	3.10	2.30	1.50	1.83	1.54	2.99	1.98
24-9-2007	3.45	2.76	2.37	2.32	2.51	1.91	0.68
11-10-2007	3.70	2.97	2.62	2.62	2.66	2.0	0.83

Piezometro	Sp2	Sp4	Sp5	Sp6	Sp7	Sp8	Sp9
Quota p.c.	89.9	92.95	93.77	92.93	92.54	91.39	91.00
	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m
17-3-2006	88.10						
28-4-2006	87.98						
16-6-2006	88.24	90.73					
7-9-2007	86.80	91.10	92.35	91.32	91.26	88.46	89.24
24-9-2007	86.45	90.64	91.48	90.83	90.29	89.54	90.54
11-10-2007	86.20	90.43	91.23	90.53	90.14	89.45	90.39

Tabella 1 - Tabella 1 - soggiacenza della falda e misura della falda rispetto al livello mare

I pozzi censiti sono esclusivamente vecchi pozzi ad uso idropotabile in cui è stato impossibile effettuare alcuna misurazione poiché costituiti da canne battute infisse nel terreno muniti di pompa autoadescante.

Per risalire all'andamento generale della falda, in questa prima fase, ci si è avvalsi della carta delle isofreatiche della Provincia di Pavia, contenuta all'interno del Nuovo Piano Cave e di quanto riportato nel vecchio studio geologico comunale.

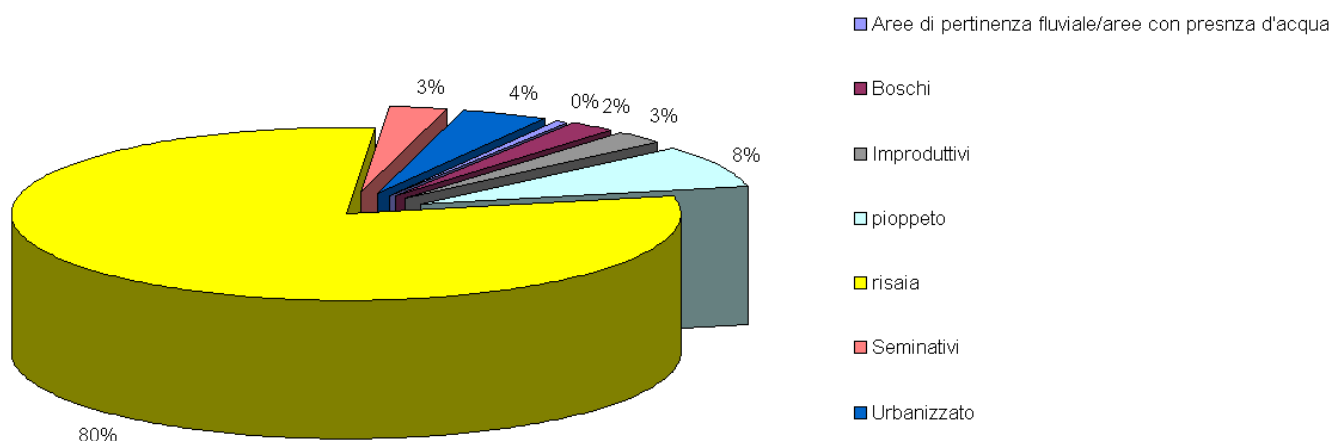
Da tali ricostruzione si evince come l'andamento della falda tenda a dirigersi, a grande scala, da N a S, ovvero verso il Fiume Po. I dati pregressi hanno permesso di appurare, limitatamente alla porzione comunale impostata sui depositi del Livello Fondamentale della Pianura, laddove sorge anche l'abitato di Sartirana, come nell'estremo settore settentrionale comunale le isofreatiche si attestino intorno ai 98 m s.l.m. (p.c. fra 99 e 100 m s.l.m.), mentre nel settore meridionale, sul ripiano pleistocenico a Nord del Lago di Sartirana, la falda si attesta intorno ai 91 m s.l.m. (p.c. fra 94 e 95 m s.l.m.), denotando una gradiente verso Sud dell'1 per mille, in accordo con il gradiente proprio della Pianura Padana.

Generalmente in questa porzione della pianura si può considerare che le oscillazioni della falda durante l'anno sono comprese fra 1 e 2 metri. Tali oscillazioni stagionali dipendono dalle precipitazioni, dalle perdite dei canali artificiali ed in gran parte dall'apporto derivato dalle colture risicole. Ne consegue come le escursioni della prima falda siano direttamente legate ai cicli colturali e pertanto presentino un massimo innalzamento nel periodo primavera-estate e minimo nel periodo invernale.

In merito all'importanza che possono assumere gli apporti idrici legati all'irrigazione, nel seguente grafico viene mostrato l'uso del suolo a Sartirana Lomellina. Come si può notare circa l'80% del territorio (più di un tre quarti del territorio comunale) è completamente vocato alla coltivazione del riso che, da metà Aprile ad Agosto, necessita di notevoli quantitativi d'acqua per la sua crescita. In particolare i campi coltivati a riso sono per la quasi totalità confinati nella parte interessata dai depositi wurmiani al di sopra della scarpata fluviale del Fiume Po. La restante parte di territorio a sud della scarpata è divisa tra i campi coltivati a riso, laddove le aree si presentano più stabili e protette dall'argine maestro, e dalla coltivazione dei pioppi, nelle aree prossime al Fiume Po, a Sud dell'argine. Il riso, sui terreni della Lomellina, per la sua crescita e sviluppo necessita di circa 3 l/s/ha; con questi consumi specifici, considerando di 150 giorni la durata della stagione irrigua, ne consegue che mediamente la coltura necessita stagionalmente di circa 39000 mc/ha.

Tutta questa acqua riversata al suolo (non è stata contabilizzata quella per i seminativi semplici), porta durante la stagione delle irrigazioni (estate) ad avere una minima soggiacenza della falda che può raggiungere anche un paio di metri dal piano campagna. Di contro, nella stagione invernale, si rilevano valori di massima soggiacenza. La zona a sud della scarpata fluviale e

dell'argine maestro è per lo più di pertinenza fluviale (area golenale); il territorio è occupato principalmente da pioppeti (tuttavia se ne rileva la presenza anche nella parte più settentrionale del Comune) e da forme vegetali legate essenzialmente all'ecosistema fluviale (cespuglietti, formazioni ripariali, vegetazione dei greti, spiagge e dune).



Il grafico mostra la ripartizione dell'uso del suolo all'interno del comune di Sartirana Lomellina; circa il 80% del territorio comunale (23,73 kmq su 30 kmq complessivi interessanti quasi la totalità dei terreni al di sopra della scarpata fluviale del Fiume Po) è coltivato a riso, mentre l' 8% (2,42 kmq) per lo più localizzato nella parte meridionale del Comune in prossimità del fiume, è coltivato a pioppo. Il restante 12% è interessato dall'insieme di tutte le rimanenti voci.

## 7. CARTA LITOTECNICA-PEDOLOGICA

Con riferimento alla Carta litotecnica-pedologica sono state rappresentate le principali unità litologiche che contraddistinguono i suoli nell'ambito del territorio comunale.

Disponendo solo di tre prove penetrometriche e avendo a disposizione 12 sondaggi e le stratigrafie dei due pozzi comunali di Sartirana, (tutti i dati comunque sono riferibili al ripiano superiore del comune, impostato sui depositi pleistocenici del Livello Fondamentale della Pianura), la trattazione di questo capitolo si avvale dei dati bibliografici delle varie formazioni integrati con i lavori dell'E.R.S.A.F. e di rilevamenti diretti sul terreno.

In questo modo è stato possibile raggruppare i suoli, limitatamente ai primi 2 metri di profondità, principalmente in 5 grandi categorie, in base alla loro composizione: in particolare sono stati distinti:

- **A** - Suolo a substrato sabbioso
- **B** - Suoli a substrato sabbioso-limoso
- **C** - Suoli a substrato sabbioso con presenza di limo
- **D** - Suoli a substrato sabbioso-argilloso
- **E** - Suoli a substrato limoso

**A) Terreni sabbiosi** - Occupano la quasi totalità del territorio comunale e si rinvengono sia al di sopra che al di sotto della scarpata morfologica che separa i depositi olocenici recenti da quelli plestocenici. Sono suoli caratterizzati da sabbie che nel complesso conferiscono a questi terreni buone caratteristiche geomeccaniche. Buona parte dell'abitato fonda proprio su questo litotipo.

**B) Terreni sabbioso-limosi** - Sono ubicati sia al di sotto della scarpata che delimita un antico paleoalveo sia in una fascia di territorio centrale dell'abitato di Sartirana. Sono caratterizzati da limi con presenza di sabbie. Al di sotto di uno strato superficiale limoso-sabbioso dello spessore di circa 3 m, è possibile rinvenire spessi orizzonti ghiaiosi. Le caratteristiche geomeccaniche risultano medie, ma possono essere soggette di sensibile riduzione in funzione della percentuale della componente fine (localmente si possono rinvenire anche sottili livelli argillosi) e della presenza di acqua.

**C) Terreni sabbiosi con presenza di limo** - Occupano due vaste aree a Nord-Est ad a Sud-Ovest dell'abitato di Sartirana. I suoli sono caratterizzati da limi sabbiosi che conferiscono ai primissimi metri di terreno mediocri caratteristiche geomeccaniche, specialmente laddove i materiali più fini predominano sulle sabbie. Non è raro ritrovare nei primissimi metri anche piccole lenti argillose che conferiscono localmente scadenti caratteristiche di portanza.

**D) Terreni sabbiosi argillosi**- Occupano la zona centrale del comune al di sotto del centro abitato di Sartirana. I suoli sono caratterizzati da sabbie argillose che conferiscono ai primissimi metri di terreno basse caratteristiche geomeccaniche, specialmente laddove i materiali più fini argillosi predominano sulle sabbie.

**E) Terreni limoso** - Occupano un antico paleoalveo del Fiume Po dove oggi si sono impostati il cavo De Cardenas, il Fosso Po Morto e la Roggia Acquarolo, i cui corsi sono interamente compresi nel ripiano olocenico al di sotto della scarpata morfologica. Le caratteristiche geomeccaniche di tali terreni, unite anche dalla loro posizione geomorfologica che ne sconsiglia ogni forma di edificazione, sono scarse.

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri geotecnici desunti da dati bibliografici per ciascun raggruppamento sopraelencato:

Tipo di suolo	Angolo di attrito interno (gradi)	Peso di volume (KN/mc)	Soggiacenza della falda (espressa in m)
<b>A</b>	28°-30°	18-19	Da 1 m a 2 m
<b>B</b>	26°-28°	17-18	da 1 m a 2 m
<b>C</b>	28°-29°	18-19	da 0 m a 1 m
<b>D</b>	25°-27°	19-20	da 2 m a 4 m
<b>E</b>	27°-28°	18-19	da 0 m a 1 m

Tabella 2 – indicazione sui principali parametri meccanici

E' evidente che i dati riportati in tabella sono da ritenersi indicativi in quanto estratti da dati puntiformi, pertanto ogni intervento edificatorio o di movimentazione terra dovrà essere verificato direttamente sul terreno mediante prove in sito e/o di laboratorio. Tali interventi permettano di meglio definire i parametri meccanici dei litotipi.

Sono stati effettuati anche delle verifiche puntuali sul terreno, in special modo laddove gli appezzamenti di terreno si presentavano lavorati. L'indagine ha permesso di appurare che al di sotto della scarpata morfologica vi sono terreni in cui vi è, in associazione con i tipi di suolo identificati dall'ERSAF, anche la presenza di ghiaia: in particolare la ghiaia è stata rilevata in corrispondenza degli orizzonti identificati con la lettera B ed E.

## 8. CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Secondo quanto indicato dal D.G.R del 22 Dicembre 2005 – n.8/1566 : “ L.R. dell'11 Marzo 2005 “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 e modificata dalla D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, si è provveduto in questo studio geologico ad adeguare il piano territoriale dal punto di vista sismico seguendo le procedure d'analisi indicate nell'Allegato 5 : “Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio”.

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

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

Ricordiamo che in questo lavoro è previsto solo la realizzazione del primo livello, essendo Sartirana Lomellina un comune classificato come in classe 4 di sismicità.

La procedura messa a punto nell'Allegato 5 della suddetta legge regionale, fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

La procedura di valutazione prevede tre livelli di approfondimento organizzati come in Tabella 3, che mostra, mediante un diagramma di flusso, i dati necessari e i percorsi da seguire.

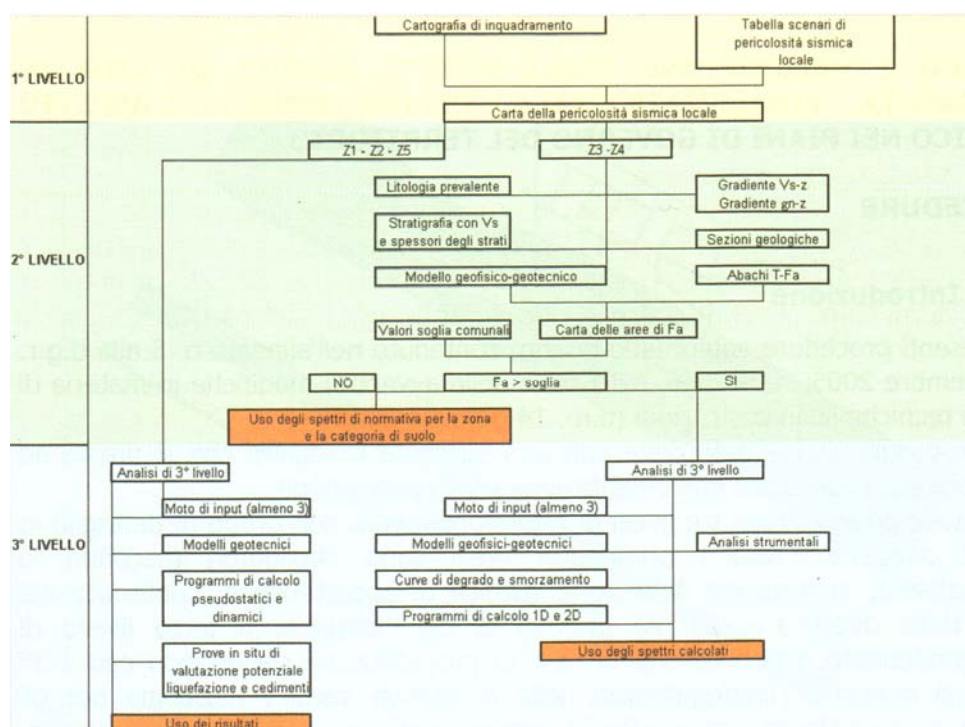


Tabella - 3 schema riassuntivo

## 8.1 Determinazione del I livello

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le sue basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

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

Il metodo permette l'individuazione di zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili sulla base di osservazioni geologiche, sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, sui risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione di condizioni locali.

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

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

Lo studio è pertanto consistito in un'analisi dei dati già esistenti e già inseriti nella cartografia di analisi ed inquadramento (Tav.2 - Carta geologica, Tav 3. Carta geomorfologia, ecc..) e nella realizzazione di una apposita cartografia, alla scala 1:10.000, rappresentante la "Carta di pericolosità sismica locale" derivata dalle precedenti carte di base, in cui vengono riportate le perimetrazioni areali e lineari in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Nella seguente tabella viene elencato lo "Scenario (di) pericolosità sismica locale", con i rispettivi effetti che esso può determinare sul territorio (tabella 4).

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

Tabella 4 – Scenari di pericolosità sismica locale

Il comune di Sartirana Lomellina è articolato in un unico scenario paesaggistico-territoriale in esso possiamo riscontrare solo delle caratteristiche tipiche di un ambiente pianeggiante.

Rifacendosi al quarto effetto (Amplificazioni litologiche e geometriche Z4a), possiamo includere in questa classe tutto il territorio comunale di Sartirana Lomellina, in quanto modellato da depositi alluvionali.

Graficamente le aree ricadenti in questo ultimo scenario vengono rappresentate nella TAV. 6, carta della "Pericolosità sismica locale" con un poligono. Pertanto nella carta avremo che tutto il comune è retinato allo stesso modo.

La codifica mediante poligoni di uno di questi 7 scenari ha portato così alla realizzazione della carta degli "scenari di pericolosità sismica locale" di I° livello. Per edifici strategici o rilevanti occorre prevedere un approfondimento sismico di II° livello e per problematiche particolari un ulteriore approfondimento mediante il III° livello.

### **8.1.1 Percorsi normativi e metodo di definizione della pericolosità sismica locale**

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche del territorio nazionale e fornite le specifiche tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse. Ai sensi della citata normativa nazionale, così come della D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964, il territorio di Sartirana Lomellina è classificato in zona 4, per un'accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni  $< 0,05$  ag/g e un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di  $0,05$  ag/g (per approfondimenti vedere le Norme Tecniche all'OPCM 3274/2003 e il relativo Allegato 1). L'ordinanza ministeriale è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005, data coincidente con l'entrata in vigore del D.M. 14 settembre 2005 Norme Tecniche per le costruzioni (già sostituite e integrate dal D.M. 14 gennaio 2008), mentre in Lombardia la già citata D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964, oltre a prendere atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/2003, ha imposto l'obbligo, in zona 4, della progettazione antisismica esclusivamente per gli edifici sensibili a carattere strategico e rilevante come individuati nel Decreto D.U.O. n. 19904/2003.

In seguito la D.G.R. 22 dicembre 2005, n. VIII/1566 e la successiva D.G.R. 28 maggio 2008 n. VIII/7374, che contengono le linee guida per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, riportano al punto 1.4 e all'Allegato 5 la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, che prevede tre successivi livelli

di approfondimento con grado di dettaglio crescente, dei quali i primi due da adottare a livello pianificatorio mentre il terzo a livello di progettazione, con diverse modalità di applicazione a seconda della zona sismica di appartenenza del comune.

Nel caso di Sartirana Lomellina, classificato in zona sismica 4, è previsto:

- applicazione del 1° livello (obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia e per tutto il territorio comunale) con il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e su dati esistenti, con la conseguente redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (TAV. 6) che individua le diverse situazioni tipo (ricavate dalla già citata tabella 1 dell'Allegato) in grado di determinare effetti sismici locali;
- applicazione del 2° livello con una caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta della Pericolosità Sismica Locale, in grado di fornire la stima della risposta sismica locale dei terreni in termini di valore di amplificazione  $F_a$ , secondo la metodologia analitica contenuta nell'Allegato 5 alla D.G.R. VIII/1566-2005 e s.m.i.; nel caso di Sartirana Lomellina, appartenente alla zona sismica 4, tale livello deve essere applicato nelle aree PSL Z3 e PSL Z4 (tabella 4) esclusivamente nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti di nuova previsione, da individuare tra le tipologie vigenti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003 e del Decreto D.U.O. n. 19904/2003 (rappresentate in sintesi da edifici scolastici di ogni ordine e grado, ospedali, case di cura, sedi di uffici pubblici anche comunali, edifici della protezione civile, luoghi di culto che prevedono frequenti affollamenti significativi di persone, strutture ricreative, sportive e culturali, opere infrastrutturali, strutture a carattere industriale di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi,...), fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. L'applicazione del secondo livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale. Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (ovvero: anziché lo spettro della categoria di suolo B non andasse bene si utilizzerà quella di suolo C e così via);
- il terzo livello si può applicare in fase progettuale nei seguenti casi: 1) quando a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati dagli effetti delle amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4); 2) per le zone in classe 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n.19904 del 21 novembre 2003, fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative

urbanistiche o di tutela storico-paesaggistica del territorio, siano considerate inedificabili. In tali aree viene comunque indicata la pericolosità sismica locale derivante dall'applicazione del 1° livello di approfondimento, da applicare per i soli interventi consentiti in tali ambiti (ad esempio opere pubbliche o di pubblico interesse non altrimenti localizzabili).

Nella Carta di Fattibilità saranno riportate le aree a pericolosità sismica locale con apposita simbologia data da retini "trasparenti".

Si ricorda che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai soli casi consentiti) e per le aree PSL Z2, PSL Z3 e PSL Z4 devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della Relazione Geologica e Geotecnica di supporto alla progettazione deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione di legge, in sede di presentazione dei Piani di Lottizzazione, Piani di Recupero, Piani Attuativi (L.R. 12/2005, art. 14), in sede di richiesta del Permesso di Costruire (L.R. 12/2005, art. 38) o di presentazione della Dichiarazione di Inizio Attività (D.I.A.) o S.C.I.A. o di ogni altro atto abilitativi da richiedere in comune.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", in attuazione a seguito dell'emanazione della Legge n. 77 del 24/06/2009 "c.d. Legge Abruzzo", che prevede che le verifiche vengano effettuate con il metodo agli stati limite, in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche

### **8.1.2 Indagini ed approfondimenti in caso di costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti**

Per edifici strategici o rilevanti, nel caso in cui il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato con il 2° livello risulti maggiore del valore soglia  $F_a$  comunale riportato nella banca dati della Regione Lombardia si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (ovvero: anziché lo spettro della categoria di suolo B non andasse bene si utilizzerà quella di suolo C e così via). Tuttavia è prevista l'applicazione immediata in fase progettuale del 3° livello sempre e comunque nelle aree PSL Z2. Pertanto per le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904, la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La documentazione di progetto dovrà comprendere i seguenti elementi:

- ✚ indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
- ✚ determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – Spectral Analysis of Surface Waves, MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity) o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica. La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e in ogni caso dovrà essere adeguatamente motivata;
- ✚ definizione, con indagini o da bibliografia (es. banca dati regionale), del modulo di taglio  $G$  e del fattore di smorzamento  $D$  dei terreni di ciascuna unità geotecnica individuata e delle relative curve di decadimento al progredire della deformazione di taglio  $\gamma$ ;
- ✚ definizione del modello geologico-geotecnico di sottosuolo a mezzo di un congruo numero di sezioni geologico-geotecniche, atte a definire compiutamente l'assetto morfologico superficiale, l'andamento dei limiti tra i diversi corpi geologici sepolti, i loro parametri geotecnici, l'assetto idrogeologico e l'andamento della superficie piezometrica;
- ✚ individuazione di almeno tre diversi input sismici relativi al sito, sotto forma di accelerogrammi attesi al bedrock (es. da banca dati regionale o nazionale);
- ✚ valutazione della risposta sismica locale consistente nel calcolo degli accelerogrammi attesi al suolo mediante codici di calcolo bidimensionali o tridimensionali in grado di tenere adeguatamente conto della non linearità del comportamento dinamico del terreno e degli effetti di amplificazione topografica di sito. Codici di calcolo monodimensionali possono essere impiegati solo nel caso in cui siano prevedibili unicamente amplificazioni litologiche e si possano escludere amplificazioni di tipo topografico;
- ✚ definizione dello spettro di risposta elastico al sito ossia della legge di variazione della accelerazione massima al suolo al variare del periodo naturale.

Per quanto concerne la tipologia di indagine minima da adottare per la caratterizzazione sismica locale si dovrà fare riferimento alla seguente tabella guida.

<b>Tipologia opere</b>	<b>Indagine minima prescritta</b>
Edifici residenziali semplici, con al massimo 3 piani fuori terra, con perimetro esterno inferiore a 100 m, aventi carichi di progetto inferiori a 250 kN per pilastro e a 100 kN/m per muri continui	correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica integrate in profondità con estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo
Edifici e complessi industriali, complessi residenziali e singoli edifici residenziali non rientranti nella categoria precedente	indagini geofisiche di superficie: SASW – Spectral Analysis of Surface Waves -, MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves - o REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity
Opere ed edifici strategici e rilevanti, (opere il cui uso prevede affollamenti significativi, edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali)	indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole)

L'estensione delle indagini dovrà essere commisurata all'importanza e alle dimensioni delle opere da realizzare, alla complessità del contesto geologico e dovrà in ogni caso essere adeguatamente motivata.

## **9. CARTA DI SINTESI E DEI VINCOLI**

Nella carta dei vincoli e di sintesi (TAV. 7 e TAV. 8) sono raggruppati gli elementi più significativi e limitativi presenti sul territorio che ne limitano eventuali interventi di modifica di destinazione d'uso sia da un punto di vista legislativo che geologico. In più si è provveduto a suddividere il territorio in base alla vulnerabilità idrogeologica dei terreni.

### **Aree di salvaguardia delle risorse idriche**

Comprende la zona di tutela assoluta (10 metri) e la zona di rispetto (raggio di 200 m – secondo il criterio geometrico) delle captazioni (pozzi) ad uso idropotabile. Attualmente solo il pozzo di via Palestro è attivo, tuttavia il secondo pozzo (sito in via Roma), non essendo stato abbandonato, mantiene le stesse vincolistiche di quello attivo. Si tratta di zone normate dal D.Lgs 152/2006; le attività consentite e vietate sono quelle indicate nell'Art. 94 della suddetta legge e disciplinate dal D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003:

## **Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano**

1. Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

2. Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.

3. La zona di tutela assoluta (ZTA) è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

4. La zona di rispetto (ZR) 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 e acque reflue, anche se depurati;

b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di 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 proveniente 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 quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;

h) gestione di rifiuti;

i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;

l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;

m) pozzi perdenti;

n) 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. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove 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. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

#### **Vincolo paesaggistico (D. Lgs. 42/2004)**

Per il Fiume Po e la Roggia Ravasino Vecchio (corsi d'acqua principali lungo tutto il loro corso all'interno del territorio comunale), sono state disegnate delle fasce di rispetto di 150 metri, poiché essi sono sottoposti al vincolo paesaggistico ed inclusi negli elenchi provinciali di cui al D.G.R. n°4/12028 , per i quali è anche prevista una zona di tutela assoluta di 10 metri dalla base delle sponde ai sensi del R.D. n° 523 del 27/05/1904.

Tali vincoli allo stato della legislazione nazionale sono disciplinati dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, modificato con D. Lgs. 24 marzo 2006, n. 157. Tale Codice ha seguito nel tempo l'emanazione del D. Lgs. n. 490/1999, il quale era meramente compilativo delle disposizioni contenute nella L. n. 1497/1939, nel D.M. 21.9.1984 (decreto "Galasso") e nella L. n. 431/1985 (Legge "Galasso"), norme sostanzialmente differenti nei presupposti.

Attorno al Lago di Sartirana è stata applicata una fascia di 300 m poiché trattasi di territori contermini ai laghi e pertanto sottoposti a vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 142 comma 1b D.Lgs 42/2004

### **Vincoli all'interno dei ZPS e dei SIC**

Tutto il territorio comunale di Sartirana Lomellina ricade all'interno della ZPS "Risaie della Lomellina" (Zona a Protezione Speciale- ZPS IT2080501). Inoltre all'interno del territorio comunale si ha la presenza di due (SIC) siti di interesse comunitario: la Garzaia di Sartirana - SIC IT20800010 (completamente compresa nel territorio comunale e riconosciuta come Monumento Naturale Regionale dal 1996) e parte della Garzaia del Bosco Basso - SIC IT2080007 (la rimanente parte della garzaia ricade in Comune di Breme).

Le aree classificate come SIC (Siti di Interesse Comunitario) e ZPS (Zone a Protezione Speciale) compongono una Rete Ecologica Europea, denominata NATURA 2000, secondo la Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

La tutela delle aree NATURA 2000 nella Regione Lombardia viene regolamentata dalle disposizioni normative di seguito elencate:

1. Legge Regionale n. 33/1977 "Provvedimenti di tutela ambientale ed ecologica" come modificata dall' art.24-ter (Tutela degli habitat e delle specie animali e vegetali di interesse comunitario) della L.R. 4/2002 "Norme per l'attuazione della programmazione regionale e per la modifica e l'integrazione di disposizioni legislative" (1° S.O. Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 10 dell'8 marzo 2002).
2. Legge Regionale n. 26/1993 "Norme per la protezione della fauna selvatica e per la tutela dell'equilibrio ambientale e disciplina dell'attività venatoria" (1° S.O. Bollettino ufficiale della Regione Lombardia n. 33 del 19 agosto 1993).
3. D.g.r. n.7/14106 dell'8 agosto 2003 - "Elenco dei proposti siti di importanza comunitaria ai sensi della direttiva 92/43/CEE per la Lombardia, individuazione dei soggetti gestori e modalità procedurali per l'applicazione della valutazione d'incidenza" - (3° Suppl. Straordinario Bollettino ufficiale della Regione Lombardia n. 37 del 12 settembre 2003).
4. D.g.r. n.7/15648 del 15 dicembre 2003 "Revoca delle deliberazioni n. 7/2572 dell'11 dicembre 2000 e n. 7/11707 del 23 dicembre 2002 e contestualmente individuazione di 17 Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) ai sensi dell'art. 4 della direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici".
5. D.g.r. n.7/18453 Luglio 2004 "Individuazione degli enti gestori dei proposti Siti di Importanza Comunitaria (PSIC) e dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) non ricadenti in aree naturali protette, delle zone di protezione speciale (ZPS), designate dal Decreto del Ministero dell' Ambiente 3 aprile 2000" (S.O. Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 32 del 2 agosto 2004).
6. D.g.r. n. 7/19018 del 15 ottobre 2004 - "Procedure per l'applicazione della valutazione di incidenza alle Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.) ai sensi della direttiva 79/409/CEE, contestualmente alla presa d'atto dell'avvenuta classificazione di 14 Z.P.S. ed individuazione dei relativi soggetti gestori" (2° Suppl. Straordinario Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n.44 del 28 ottobre 2004).
7. D.g.r. n. 8/1876 del 8 febbraio 2006 - "Rete natura 2000 in Lombardia: trasmissione al Ministero dell'Ambiente della proposta di aggiornamento della banca dati, istituzione di nuovi siti e modificazione del perimetro di siti esistenti" (1 ° Suppl. Straordinario Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 21 del 23 maggio 2006).
8. D.g.r. n. 8/2486 del 2 maggio 2006 - "Parziale rettifica alla d.g.r. n.8/1876 dell'8 febbraio 2006 Rete

- Natura 2000 in Lombardia: trasmissione al Ministero dell' Ambiente della proposta di aggiornamento della Banca Dati, istituzione di nuovi siti e modificazione del perimetro di siti esistenti" (1 ° Suppl. Straordinario Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 21 del 23 maggio 2006).
9. D.g.r. n.8/3798 del 13 dicembre 2006 - "Rete Natura 2000: modifiche e integrazioni alle dd.gg.rr. n. 14106/03, n.19018/04 e n. 1791/06, aggiornamento della banca dati Natura 2000 ed individuazione degli enti gestori dei nuovi SIC proposti".
  10. D.g.r. n. 5119 del 18 luglio 2007 – "Rete Natura 2000: determinazioni relative all'avvenuta classificazione come ZPS delle aree individuate con dd.gg.rr. 3624/06 e 4197/07 e individuazione dei relativi enti gestori".
  11. D.g.r. n. 6648 del 20 Febbraio 2008 – "Nuova classificazione delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) ed individuazione dei relativi divieti, obblighi ed attività, in attuazione degli articoli 3,4,5,e 6 del D.M. 17 Ottobre 2007, n.184 "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)".
  12. D.g.r. n. 7884 del 30 Luglio 2008 – "Misure di conservazione per le ZPS Lombarde ai sensi del D.M. 17 Ottobre 2007 n.184 – integrazione alla D.G.R. n.6648 2008".

All'interno delle garzaie le attività permesse e vietate sono direttamente gestite dalla Provincia di Pavia.

### **Fasce P.A.I.**

La normativa che regola le fasce del P.A.I., indicate in carta, sono espresse dalla Direttiva Regionale d'attuazione del P.A.I. n. 7/7365 del 2001.

In particolare all'interno del territorio comunale abbiamo la presenza delle sotto riportate Fasce PAI con i relativi articoli normativi di riferimento:

### **Art. 28. Classificazione delle fasce fluviali**

**-Fascia di deflusso della piena (Fascia A):** è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

**- Fascia di esondazione (Fascia B):** è esterna alla precedente, ed è costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "**limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C**", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.

**- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C):** è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

### **Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**

1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

2. Nella Fascia A sono vietate:

a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;

b) 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 successivo comma 3, let. l);

c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);

d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;

e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;

f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3. Sono per contro consentiti:

a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;

b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m<sup>3</sup> annui;

e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;

f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;

g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla

autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

5. 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.

### **Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)**

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. Nella Fascia B sono vietati:

a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;

b) 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. l);

c) 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.

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

a) 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;

b) 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, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;

c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;

d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;

e) 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.

4. 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.

### **Art. 31. Area di inondazione per piena catastofica (Fascia C)**

1. 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.

2. I Programmi di previsione 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.

3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 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.

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

5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come **"limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C"** nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

### **Vincoli da PTCP della provincia di Pavia**

**Area di consolidamento dei caratteri naturalistici**- rappresentata dal tratto compreso all'interno dell'area golenale al di sotto della scarpata morfologica del Fiume Po;

**Aree di elevato contenuto naturalistico** – sono tutte comprese nell'area golenale del Fiume Po;

**Emergenze naturalistiche** – si tratta della vasta area individuata come Lago di Sartirara e di altre tre piccole porzioni di territorio di cui, una vicina al Lago stesso ad est di C.na Cascinetta e le altre due posizionate sul ripiano pleistocenico a Nord dell'abitato di Sartirana Lomellina;

## 9.1 Vulnerabilità

La vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento rappresenta la possibilità di penetrazione e di propagazione, in condizioni naturali, di inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi naturali ospitanti la falda, generalmente libera e da questa, quando possibile, nel sistema acquifero più profondo.

La capacità protettiva dei suoli è un elemento fondamentale nella valutazione della vulnerabilità del territorio per la proprietà che possono avere gli stessi di esercitare un effetto-filtro tra le sostanze tossiche, quali possono essere concimi chimici, fitofarmaci, fanghi, acque reflue, sversamenti accidentali, perdite da impianti agricoli e industriali, distribuite sulla superficie, e le falde acquifere sottostanti (profonde).

La vulnerabilità è in funzione della capacità di trattenimento di un eventuale inquinante immesso in superficie, sulla base della permeabilità dei diversi litotipi sottostanti. Ai diversi intervalli di permeabilità corrispondono tempi diversi di possibile infiltrazione dell'eventuale apporto inquinante, per cui il grado di protezione è determinato in ragione inversa delle relative permeabilità.

Le caratteristiche della permeabilità superficiale e della vulnerabilità sono direttamente legate alle caratteristiche litologiche del sottosuolo del territorio comunale.

Come si evince dall'analisi comparativa della Sezione Idrogeologica e della Carta Litologica sussiste una stratigrafia relativamente omogenea.

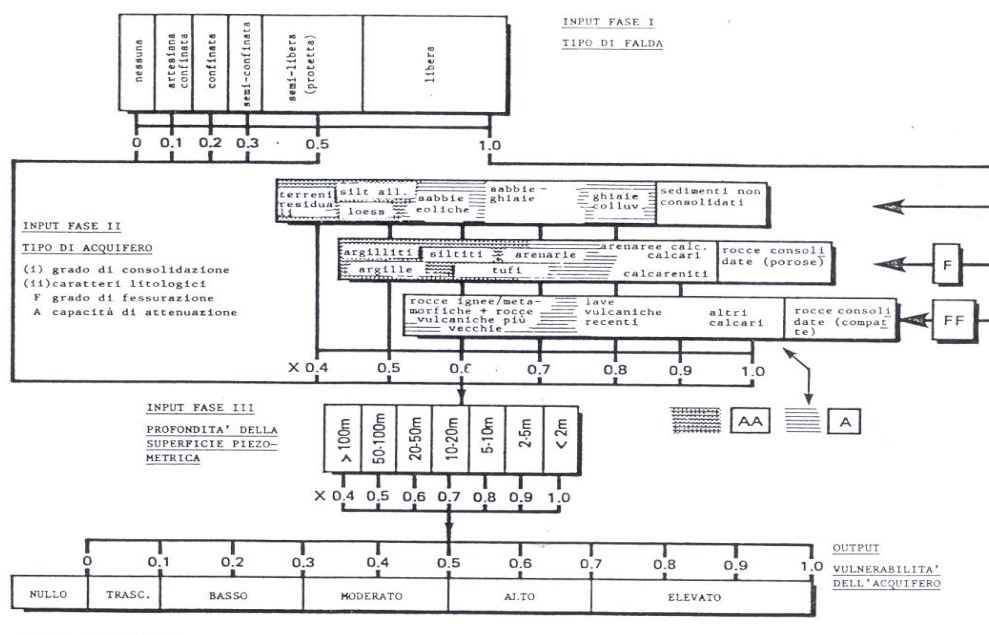
Nel corso dello studio non sono state effettuate prove dirette per la determinazione della permeabilità dei diversi materiali; la loro relativa omogeneità consente, tuttavia, di formulare attendibili valutazioni facendo riferimento ai dati bibliografici.

Per una valutazione numerica dell'indice di vulnerabilità della falda freatica, falda più superficiale, si è ritenuto opportuno effettuare - seppure a titolo orientativo - una verifica impiegando la procedura G.O.D. di Foster.

Il calcolo, come noto, si basa sulla identificazione dei seguenti fattori:

- Tipologia dell'acquifero: Groundwater occurrence.
- Litologia dell'acquifero: Overall aquifer class.
- Soggiacenza del tetto dell'acquifero: Depth groundwater table.

Il metodo assegna ad ognuno dei suddetti fattori specifici coefficienti che, moltiplicati tra loro, individuano una categoria rappresentativa dell'acquifero in funzione del suo grado di vulnerabilità; quest'ultimo prevede sei classi distinte, comprese tra un valore nullo ed uno elevato.



**Valutazione del grado di vulnerabilità di un acquifero all'inquinamento con il metodo G.O.D. di S.S.D. Foster (1987)**

*Schema di riferimento per la stima dei coefficienti di calcolo*

(da G.P. Beretta 1993)

In base ai valori di soggiacenza della falda, ricavati mediante l'osservazione dei dati bibliografici a disposizione ed ai valori ricavati dall'abaco sopra riportato, è stato possibile suddividere il territorio comunale in due classi di vulnerabilità:

- **Suoli ad alta vulnerabilità**
- **Suoli ad elevata vulnerabilità**

**Suoli ad alta vulnerabilità**

Sono suoli costituiti da materiali a granulometria medio-fine a composizione prevalentemente sabbiosa presente in quasi tutto il territorio comunale al di sopra della scarpata morfologica. In queste zone inoltre, dalla consultazione di dati bibliografici, si rileva la presenza della falda oscillante tra i 1 e 2 m dal piano campagna. In tale classe ricade anche quella porzione di territorio in cui l'ERSAF ha rilevato la presenza di terreni sabbioso-argillosi. Per tali suoli si ipotizzano valori di permeabilità compresi fra  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$  cm/s.

La vulnerabilità stimata con il metodo G.O.D. risulta oscillante tra 0,55 e 0,65 (a seconda della frazione argillosa o meno) e comporta, pertanto, l'assegnazione dell'acquifero freatico ad una classe di alta vulnerabilità.

### **Suoli ad elevata vulnerabilità**

Sono suoli costituiti da sabbie con presenza di limo, la cui genesi e deposizione è in stretta relazione con l'andamento del Fiume Sesia e del F. Po. Tali aree sono localizzate al di sotto della scarpata morfologica che separa i sedimenti pleistocenici da quelli olocenici. Non si hanno misure dirette del livello di falda, ma tuttavia è plausibile, viste anche la presenza di lanche, aree umide e dalla presenza del Lago di Sartirana, tutte ubicate laddove si riscontrano piccole depressioni del terreno, che la falda sia prossima al piano campagna. Per tali suoli si ipotizzano valori di permeabilità compresi fra  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  cm/s.

La vulnerabilità stimata con il metodo G.O.D. risulta pari a 0,8 e comporta, pertanto, l'assegnazione dell'acquifero freatico ad una classe di elevata vulnerabilità.

Nonostante quanto sopra, il fattore, tuttavia, che determina la reale vulnerabilità idrogeologica del territorio, è la presenza della falda idrica negli strati più superficiali del terreno, che la pone uniformemente a rischio nei confronti dei fenomeni di inquinamento.

## **10. CARTA DI FATTIBILITA'**

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

La direttiva regionale, D.G.R. n. 5/36147 del 18 maggio 1993, L.R. n. 41 del 24 / novembre / 1997 "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale", i D.G.R. n. 5/36147/93, n. 6/37918/98 e n. 7/6645/01 "Approvazione direttive per la realizzazione dello studio geologico ai sensi dell'Art. 3 della L.R. 41/97" e l'art.57 della L.R. 11 marzo 2005, N.12 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", modificata dalla D.G.R. 8/7373 del 28 maggio 2008, propongono quattro classi (I, II, III, IV) per meglio definire l'idoneità all'utilizzo urbanistico del territorio. In base alla D.G.R. sopra citata è stata applicata una rinaturazione su tutto il territorio comunale attestante che il Comune di Sartirana Lomellina ricade, in base allo studio sismico di primo livello effettuato, nella classe Z4a. In base a tale studio non c'è alcuna prescrizione aggiuntiva da applicare alle classi di fattibilità come definite di seguito, a meno che non si tratti di edifici strategici o rilevanti come individuati nel Decreto D.U.O. n. 19904/2003 e come riportato nel capitolo 8.1.1.

## **10.1 Classi di fattibilità**

Nel territorio comunale di Sartirana Lomellina sono state riconosciute le classi II, III, e IV che saranno di seguito descritte e rappresentate graficamente in TAV. 9 (su base aereofotogrammetrica).

### **10.1.2 Classe II : Fattibilità con modeste limitazioni**

Fattibilità con modeste limitazioni: in questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rivelate condizioni limitative alla modifica e destinazione d'uso dei terreni.

Per superare tali problematiche si rende necessario realizzare ulteriori indagini geologico-tecniche e idrogeologiche in ottemperanza alla disposizione di legge (D.M. 14/01/2008). Tale area comprende la porzione comunale posta sul ripiano pleistocenico wurmiano, al di sopra della scarpata morfologica del Fiume Po. La realizzazione di nuovi insediamenti abitativi o produttivi è subordinata all'acquisizione di dati di carattere idrogeologico superficiale e di valutazione della soggiacenza della falda. Inoltre si dovranno programmare delle indagini dirette che dovranno essere mirate al controllo delle condizioni di stabilità degli scavi, dell'efficacia delle opere di sostegno, dell'interazione struttura-terreno

### **Parere geologico sulla edificabilità**

Sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie. La realizzazione di nuovi insediamenti abitativi o produttivi è subordinata all'acquisizione di dati di carattere idrogeologico sia superficiale che della soggiacenza della falda.

I progetti edificatori dovranno essere preceduti dall'esecuzione di indagini geologiche idrogeologiche e geotecniche che dovranno essere mirate al controllo delle condizioni di stabilità degli scavi, dell'efficacia delle opere di sostegno, dell'interazione struttura-terreno e dell'eventuale interferenza con la falda freatica. Gli studi dovranno porre particolare attenzione alle soluzioni idrogeologiche più idonee al fine di salvaguardare gli acquiferi. Pertanto il professionista incaricato dovrà proporre razionali soluzioni tecniche alle varie problematiche geologiche ed idrogeologiche che dovranno essere illustrate in una apposita "Relazione geologica e geologico-tecnica", che farà parte integrante degli atti progettuali.

### **Indagini preventive necessarie**

Sono necessarie puntuali valutazioni ed indagini geotecniche ed idrogeologiche, attraverso apertura di trincee, sondaggi geognostici e/o altre misure di tipo diretto da valutare di volta in volta a secondo della struttura che si andrà a realizzare. Queste indagini inoltre avranno lo scopo di valutare la reale profondità della falda.

Esse dovranno essere effettuate nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle normative vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14.01.08 durante la fase attuativa di ogni singolo progetto.

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

In tutti i casi, e soprattutto in occasione di insediamenti di tipo produttivo, nel caso in cui questi non possano essere altrove ubicati, dovranno essere previste opere di salvaguardia alla falda tramite la realizzazione di idonee fognature atte allo smaltimento delle acque superficiali e non; ciò, in considerazione del grado di permeabilità dei depositi alluvionali al fine di evitare possibili inquinamenti.

Alla prescrizioni sopra riportate vanno aggiunte le limitazioni poste dai vincoli vigenti:, la fascia di rispetto delle opere di captazione idropotabili (D.P.R. 236/88, D. Lgs. 152/06, D. Lgs. 258/00, D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003) ed le fasce di 10 m dei corsi d'acqua.

Da un punto di vista sismico, come precedentemente analizzato e riportato nel capitolo 8, l'intero territorio comunale è stato ascritto nella classe sismica Z4a. In base a tale studio non c'è alcuna prescrizione aggiuntiva da applicare alle classi di fattibilità come definite di seguito, a meno che non si tratti di edifici strategici o rilevanti come individuati nel Decreto D.U.O. n. 19904/2003 e come riportato nel capitolo 8.1.1..

#### **10.1.3 Classe III : Fattibilità con consistenti limitazioni**

Fattibilità con consistenti limitazioni: la classe comprende aree in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica alla destinazione d'uso dei luoghi a causa delle condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate principalmente legate alla posizione topografica (aree ribassate al di sotto della scarpata morfologica del Fiume Po), alla particolare composizione dei terreni anche in relazione all'escursione della falda. Nel caso di interventi edificatori si dovrà prevedere la realizzazione di indagini idrogeologiche e geotecniche atte a caratterizzare il suolo e sottosuolo dell'area di interesse. Tali indagini devono essere

eseguite in accordo a quanto prescritto nel D.M. 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

In base alle problematiche riscontrate sul terreno questa classe è stata suddivisa in sottoclassi:

**-Classe 3A:**

Porzione di territorio compresa tra la Fascia A ed il limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C così come riportate sul Pai. Tali aree si trovano nel sottostante ripiano olocenico e sono delimitate dal soprastante ripiano pleistocenico dalla scarpata morfologica. Ulteriori limitazioni sono legate alla presenza della falda subaffiorante laddove le depressioni morfologiche sono più accentuate. L'uso del territorio all'interno di tale fascia è regolamentato dall'art. 30 e art. 31 delle N.d.A. del PAI..Tale area era stata interessata dall'alluvione del 1994 che aveva rotto l'argine maestro subito riparato e rinforzato; alla luce di questi ultimi interventi l'area è stata inserita in classe 3 di fattibilità

**-Classe 3B:**

Area caratterizzata dalla scarpata morfologica la cui delimitazione comprende una fascia di rispetto della stessa che si estende per 20 m dall'orlo superiore della scarpata di terrazzo verso il ripiano più alto e per 20 metri dal suo piede;

**-Classe 3C:**

Area interessata dalla presenza di terreni sabbioso-argillosi e dalla profondità della falda intorno ai 2 metri dal piano campagna;

**-Classe 3D:**

Ambito di cava attivo (Ate g02), le cui modificazioni d'uso del territorio sono soggette alle vincolistiche interne del Piano Cave. Al termine della concessione all'estrazione ed all'avvenuto ripristino per tale area valgono le prescrizioni della classe 3 per la porzione al di sotto della scarpata e classe 2 per quella al di sopra della scarpata.

### **Parere geologico sulla edificabilità**

Per le classi 3°, 3B e parte della classe 3D si sconsiglia l'edificazione di poli industriali per la classe 3C sono ammessi qualsiasi tipologia di intervento se non siano altrove destinabili. In ogni caso i singoli interventi, anche di ampliamenti, dovranno essere supportati da indagini idrogeologiche e geotecniche atte a caratterizzare il suolo e sottosuolo dell'area di interesse e a definire i rapporti che intercorrono fra fondazioni e acque di prima falda al fine di preservare

quest'ultima. Tali indagini devono essere eseguite in accordo a quanto prescritto nel D.M. 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Le indagini dovranno essere mirate al controllo dell'interferenza fra la nuova struttura con la falda, ponendo particolare attenzione alle soluzioni idrogeologiche più idonee al fine di salvaguardare gli acquiferi. Inoltre si dovranno prevedere indagini geognostiche atte a verificare la compatibilità fra il progetto edificatorio e le caratteristiche meccaniche dei terreni di sottofondazione.

Pertanto il professionista incaricato dovrà proporre soluzioni tecniche alle varie problematiche dei siti che dovranno essere illustrate in una apposita "Relazione idrogeologica e geologico-tecnica", che farà parte integrante degli atti progettuali.

### **Indagini preventive necessarie**

Sono necessarie la realizzazione di puntuali valutazioni idrogeologiche ed indagini geotecniche, attraverso apertura di trincee, sondaggi geognostici e/o altre misure di tipo diretto.

In ogni modo esse dovranno essere effettuate nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle normative vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14 Gennaio 2008.

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

Per le attività produttive, in considerazione della soggiacenza della falda si dovrà esaminare gli eventuali impatti che i nuovi insediamenti avranno sulle acque di prima falda sia in fase cantieristica che in fase di esercizio. In tutti i casi, anche per i nuovi insediamenti abitativi, dovranno essere previste opere di smaltimento delle acque al fine di evitare qualsiasi tipo di comunicazione fra le acque reflue e l'acquifero freatico.

Da un punto di vista sismico, come precedentemente analizzato e riportato nel capitolo 8, l'intero territorio comunale è stato ascritto nella classe sismica Z4a. In base a tale studio non c'è alcuna prescrizione aggiuntiva da applicare alle classi di fattibilità come definite di seguito, a meno che non si tratti di edifici strategici o rilevanti come individuati nel Decreto D.U.O. n. 19904/2003 e come riportato nel capitolo 8.1.1..

#### **10.1.4 Classe IV : Fattibilità con gravi limitazioni**

Fattibilità con gravi limitazioni: nelle aree ricadenti in questa classe, che comprende la porzione sud occidentale del territorio comunale compreso all'interno dell'area golenale del Fiume Po, sussiste un alto rischio idrogeologico che porta ad avere gravi limitazioni per la modifica e la destinazione d'uso del territorio. In tali zone dovranno essere escluse qualsiasi nuove edificazioni:

saranno ammesse solamente opere tese al consolidamento od alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei luoghi. Per gli edifici esistenti saranno consentiti i soli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, senza aumenti di volume e modifiche delle destinazioni d'uso - Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001. Nell'ambito di tale classe sono state individuate le seguenti sottoclassi:

**-Classe 4A:**

Area di pertinenza del limite della Fascia A come individuata dal Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI). L'uso del territorio all'interno di tale fascia è regolamentato dall'art. l'art. 29 delle N.d.A. del PAI.

**-Classe 4B:**

Area compresa tra il limite della fascia A ed il limite di progetto tra la fascia B e la Fascia C per quelle aree in cui in passato si sono verificati estesi allagamenti a seguito di fenomeni di alluvionamento. L'uso del territorio all'interno di tale fascia è regolamentato dall'art. 30, art. 31 delle N.d.A. del PAI.

**-Classe 4C:**

Fascia di 10 m (R.D. 523/1904) a partire dalle sponde attive e protratta verso la campagna dei corsi d'acqua così come riportato nello studio "individuazione del Reticolo di competenza comunale e delle fasce di rispetto secondo le prescrizioni del D.G.R. N. 7/13950 del 1 Agosto 2003 e del D.G.R. 7/7868 del 25 Gennaio 2002" approvato dal Comune. Dallo studio sopra citato emerge che non esistono corsi d'acqua di competenza comunale. Tutti i corsi d'acqua riportati in carta che non hanno rappresentazione grafica, fanno parte o di consorzi di bonifica o di privati; pertanto non sono state trattate e nemmeno riportate sia le fasce di rispetto del reticolo idrico di competenza di tali consorzi di bonifica (Est Sesia) che del reticolo idrico di proprietà di privati per i quali valgono le prescrizioni riportate sulle loro specifiche norme tecniche

**-Classe 4D:**

Area interessata dalla presenza di (SIC) Siti di Interesse Comunitario (Garzaia di Sartirana e Garzaia del Bosco Basso)

**-Classe 4E:**

Area interessata dalla presenza di emergenze naturalistiche (tratte dal PTCP della Provincia di Pavia)

**-Classe 4F:**

Area interessata dalla presenza areali ad elevato contenuto naturalistico (tratte dal PTCP della Provincia di Pavia)

**-Classe 4G:**

Area interessata dalla presenza areale ad elevato contenuto naturalistico (emergenza della falda)

**10.1.5 Area di ambito di cava**

L'ambito dell'ATE g01 essendo ricompresa nella fascia A del PAI ricade in classe di fattibilità 4. Poichè però l'area è ancora inserita nell'attuale Piano Cave provinciale per eventuali interventi e vincolistiche valgono le prescrizioni riportate nel NTA, fino a quando tale ambito rimarrà inserito nel Piano Cave della Provincia di Pavia.

Gropello Cairoli, Aprile 2011



Dott. Geol. Maurizio Fasani