

PREMESSA

La presente Relazione costituisce l'elaborato illustrativo delle indagini e considerazioni geologico-applicative connesse alla progettazione del Piano di Governo del Territorio del Comune di San Giorgio Lomellina, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 57 della Legge Regionale del 11 marzo 2005, n° 12 " Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio".

Il citato documento normativo prescrive le linee guida metodologiche, che si fondano su due successive fasi operative:

Fase di analisi, che consiste nell'acquisizione dei dati geolitologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici esistenti e nel loro eventuale apposito rilevamento integrativo in sito. Tale fase permette di realizzare una cartografia di inquadramento, che essenzialmente riporta i locali elementi geologici, geotecnici, idrogeologici di interesse ai fini edificatori ed una cartografia di caratterizzazione sismica che riporta l'analisi di primo livello svolta ai sensi della DGR 8/1566.

A questa fase di studio si accompagna il rilievo del sistema di vincoli di carattere idrogeologico ed ambientale

Fase di sintesi e proposte, a sua volta articolata in due distinti momenti, che si concretizzano nell'elaborazione dei seguenti documenti cartografici:

- carta di sintesi che, con i dati precedentemente acquisiti ed elaborati, presenta una zonazione del territorio per aree omogenee sotto l'aspetto della pericolosità, essenzialmente sotto il profilo del dissesto idrogeologico in atto o potenziale ovvero della vulnerabilità idrogeologica.

- carta di fattibilità geologica per le azioni di piano che, desunta dalla precedente, propone una zonazione del territorio in funzione delle limitazioni dovute allo stato di pericolosità e di rischio geologico e idrogeologico.

In accordo con le linee guida della citata normativa, il lavoro è iniziato con una ricerca bibliografica di documenti sia editi che inediti ed è poi proseguito con l'interpretazione delle fotografie aeree zenitali e con il rilevamento geomorfologico di superficie.



In particolare nella fase di rilevamento di campagna ci si è avvalsi di un supporto cartografico ottenuto dal rilievo aerofotogrammetrico appositamente svolto e della cartografia regionale (C.T.R. alla scala 1/10.000), mentre per le definizioni di tipo geopedologico, geotecnico ed idrogeologico ci si è avvalsi di studi ed interpretazioni pregressi e del supporto dell'Ufficio tecnico del Comune, nonché degli Uffici regionali e dipartimentali.

Gli elaborati cartografici sono estesi all'intero territorio comunale, al fine di ottenere una configurazione complessiva sulla base degli elementi geomorfologici, idrogeologici ed ambientali rilevati anche in funzione di eventuali varianti future.



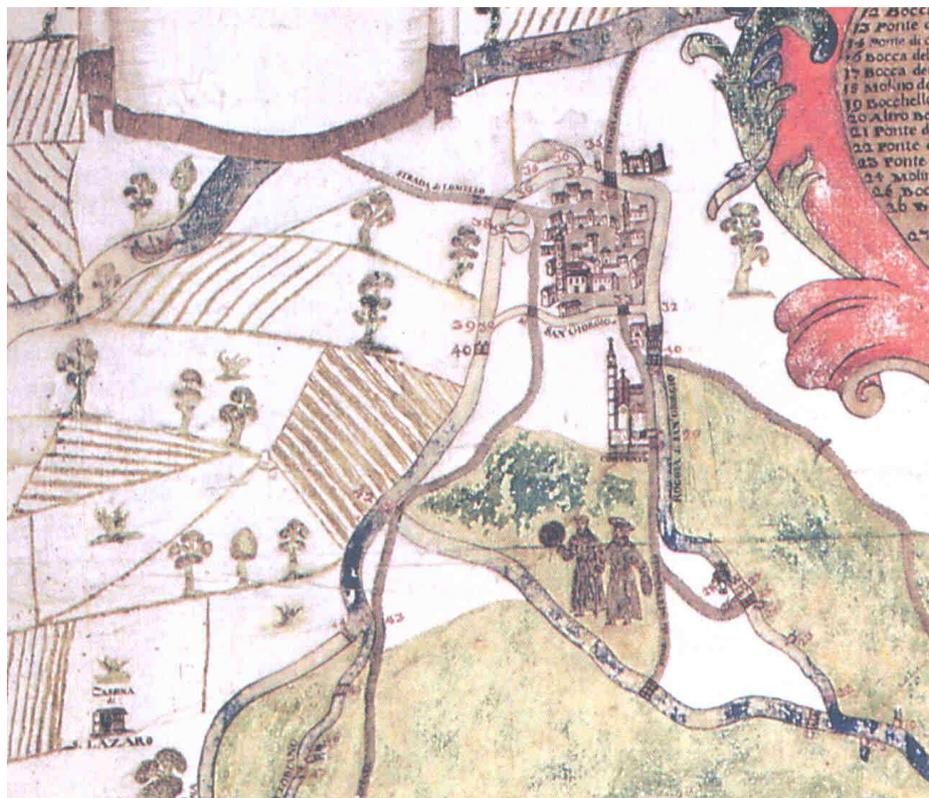
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMBIENTALE

L'abitato di San Giorgio Lomellina si sviluppa a ridosso del crocevia delle strade provinciali n° 16 e 211, ponendosi a mezza via lungo le direttrici Lomello-Mortara e Ottobiano-Velezzo che si snodano ortogonalmente rispetto al centro urbano, verso i quattro punti cardinali.

In senso geografico, il nucleo urbano comunale si colloca nel tratto di pianura compreso fra i torrenti Agogna ad Ovest ed Arbogna ad Est, mentre il comprensorio amministrativo si estende anche ad oriente di quest'ultimo e occupa una superficie complessiva di circa 25 Km², protendendosi sino ai confini dei territori di Cernago e Tromello a N ed Ottobiano e Lomello verso S; tale ambito trova la sua collocazione nei riferimenti cartografici regionali (CTR sez. A7c4, A7d3, A7d4) ed IGM (F° 58 tav. I SO I NO).

L'evoluzione storica della zona è comune a quella di gran parte della Lomellina, con il progressivo insediamento delle popolazioni a seguito di bonifiche e disboscamenti di ampie superfici che costituivano in epoca storica la foresta planiziale e alluvionale che ricopriva la valle del Po.

Le scarse notizie storiche reperibili, indicano che entro il territorio comunale attuale si trovavano antichi insediamenti civili e produttivi di epoca romana, così come confermato da scarsi ritrovamenti in San Giorgio e, nel 1999, da più consistenti a ridosso del torrente Agogna, in Comune di Velezzo Lomellina; è tuttavia nel medioevo che si rintraccia una più significativa presenza antropica, sotto forma di insediamenti monastici benedettini e di un castello che occupava parte dell'attuale piazza Corti.



San Giorgio Lomellina in una mappa del 1710.

E' probabile che il nucleo abitato si sia sviluppato a ridosso di quest'ultimo, di cui non resta traccia, ma edificato a sua volta su un'area morfologicamente rilevata, un dosso di origine alluvionale, ed abbia quindi condiviso le vicende storiche nell'ambito dei domini milanesi e successivamente entro quelli Sabaudi.

Dall'esame della cartografia storica, antecedente al secolo XIX, si rileva come lo sviluppo agricolo del comprensorio sia stato preponderante rispetto a quello urbanistico, e di come il territorio abbia subito quelle trasformazioni volte all'ottenimento di una maggiore superficie coltivabile a scapito delle estese aree boschive esistenti, sfruttando la notevole disponibilità di risorse idriche superficiali, nel corso dei secoli sottoposte a regimazione e ad opere di canalizzazione.

Allo stato attuale, l'abitato di San Giorgio mantiene la struttura urbana conseguita nel XIX secolo, con uno sviluppo industriale, piuttosto modesto, incentrato sulle direttrici stradali in direzione di Lomello, Ottobiano e Cernago, mentre le restanti porzioni di territo-

rio vedono la presenza di estese superfici interessate da colture agricole, fra cui spiccano quelle risicole (predominanti) e di pioppicoltura; da sottolineare la presenza, ad E-NE del torrente Arbogna di estese superfici boschive in corrispondenza delle aree morfologicamente rilevate (dossi).

L'assenza di insediamenti produttivi rilevanti e la vicinanza con gli importanti poli industriali di Mortara, Vigevano e Sannazzaro è una delle principali cause del decremento della popolazione residente, superiore al 60% negli ultimi 100 anni così come confermato dai dati disponibili ed esposti nella tabella che segue:

ANNO	NUMERO ABITANTI
1900	3.285
1910	3.499
1920	3.203
1930	2.769
1940	2.689
1950	2.662
1960	2.209
1970	1.727
1999	1.239

La caratterizzazione climatica del comune, inquadra il territorio in un clima da *subumido* a *umido* ed alla varietà *secondo mesotermico*, con oltre il 50% dell'efficienza termica concentrata nei mesi estivi; la tessitura sabbiosa dei suoli, che non favorisce la ritenzione idrica, è tale da originare moderate deficienze idriche, compensate dalla locale configurazione idrologica superficiale, che aumenta in modo decisivo la quantità d'acqua circolante sul suolo: di seguito, le tabelle esposte, relative alle temperature medie ed alle precipitazioni misurate nel corso dell'anno 1999, forniscono un'indicazione climatica di inquadramento della zona.



TEMPERATURE MEDIE MENSILI REGISTRATE NELLA STAZIONE METEOROLOGICA DI SAN GIORGIO (°C)		
	1999	
	max	min
Gennaio	+6,39	-1,71
Febbraio	+9,93	-4,61
Marzo	+14,03	+1,94
Aprile	+20,40	+6,17
Maggio	+25,77	+12,68
Giugno	+29,13	+14,33
Luglio	+31,13	+16,42
Agosto	+30,20	+16,97
Settembre	+26,67	+13,10
Ottobre	+18,74	+7,45
Novembre	+10,27	+0,93
Dicembre	+4,84	-3,77

PRECIPITAZIONI TOTALI MENSILI CADUTE NELLA STAZIONE PLUVIOMETRICA DI CASCINA STELLA				
	1998		1999	
	mm	gg	mm	gg
Gennaio	58,6	6	46,0	5
Febbraio	21,6	2	35,0	2
Marzo	7,4	3	8,5	2
Aprile	144,4	9	131,5	10
Maggio	150,0	6	101,2	7
Giugno	68,6	5	64,5	6
Luglio	15,2	2	66,0	4
Agosto	25,4	2	28,0	5
Settembre	29,2	3	38,5	4
Ottobre	33,2	5	135,6	10
Novembre	5,2	2	9,0	3
Dicembre	21,2	2	19,0	2

CAPITOLO 1

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

1.1 LINEAMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI DELLA PIANURA PADANA

Strutturalmente il bacino padano può essere considerato in generale come un'area di avanfossa che si è originata da una progressiva migrazione della placca africana verso quella europea, in conseguenza della subduzione della microplacca padano-adriatica, che rappresenta il lembo settentrionale del blocco adriatico-pugliese, a seguito del duplice fenomeno compressivo generato dalle coltri appenniniche e sud-alpine. Lo stile tettonico compressivo ha determinato rilevanti fenomeni di sovrascorrimento e sottoscorrimento, particolarmente evidenti sul bordo esterno del fronte appenninico, con strutture trasversali che interrompono la continuità degli archi esterni, fra cui assumono particolare rilevanza quelle rilevate nel sottosuolo della pianura pavese (faglia trascorrente Voghera-Lodi). Quest'ultima distingue due ambiti, definiti da un differente avvicinamento dell'arco esterno delle pieghe appenniniche alle strutture più meridionali del dominio sud-alpino, dei quali il più orientale vede le strutture menzionate fronteggiarsi direttamente, mentre ad occidente le stesse appaiono distanziate di circa 50 Km, con l'interposizione di una zona poco deformata che corrisponde al settore pavese-lomellino della pianura. Per meglio comprendere l'assetto strutturale sepolto della pianura pavese, si rimanda alla locale configurazione litostratigrafica del sottosuolo, ove si rileva la presenza di una coltre di depositi continentali di spessore variabile disposti a copertura delle formazioni di genesi marina, definite da peculiari strutture morfo-tettoniche costruite dalle ultime fasi dell'orogenesi alpina, protrattesi sino all'era quaternaria e caratterizzate da opposte vergenze. In particolare si individuano per queste strutture due direttrici di sviluppo ortogonali, ricollegabili a quella dominante lungo il fronte appenninico (NO-SE) ed antiappenninico (SO-NE): nel primo caso le strutture sepolte assumono la configurazione di alti morfo-strutturali generati da una serie di faglie esplicanti un'azione compressiva e prevalentemente immergenti verso i quadranti meridionali.

Per la relativa posizione esterna nei confronti dei retrostanti tratti di catene emerse ed in funzione del reciproco orientamento, gli alti morfo-strutturali descritti hanno determinato

e condizionato lo sviluppo dei sedimenti continentali sovrastanti, sia in senso verticale che areale, attraverso fasi deposizionali verificatesi solo all'avvenuto colmamento delle adiacenti depressioni morfo-strutturali, mentre nel periodo di lacuna deposizionale le porzioni sommitali degli alti erano sottoposte ad intensi processi erosivi subaerei e di mare sottile che hanno dato origine a spianate assimilabili alle platee di erosione marina. La scarpata esterna delle platee, dotata di acclività antitetica rispetto alle superfici di accavallamento tettonico, funge da limite di separazione e discordanza fra le formazioni marine costituenti lo zoccolo dislocato degli alti strutturali ed i depositi fluvio-glaciali che hanno colmato le depressioni antistanti e, attraverso un processo di over-lapping, le spianate sommitali sino al completo seppellimento.

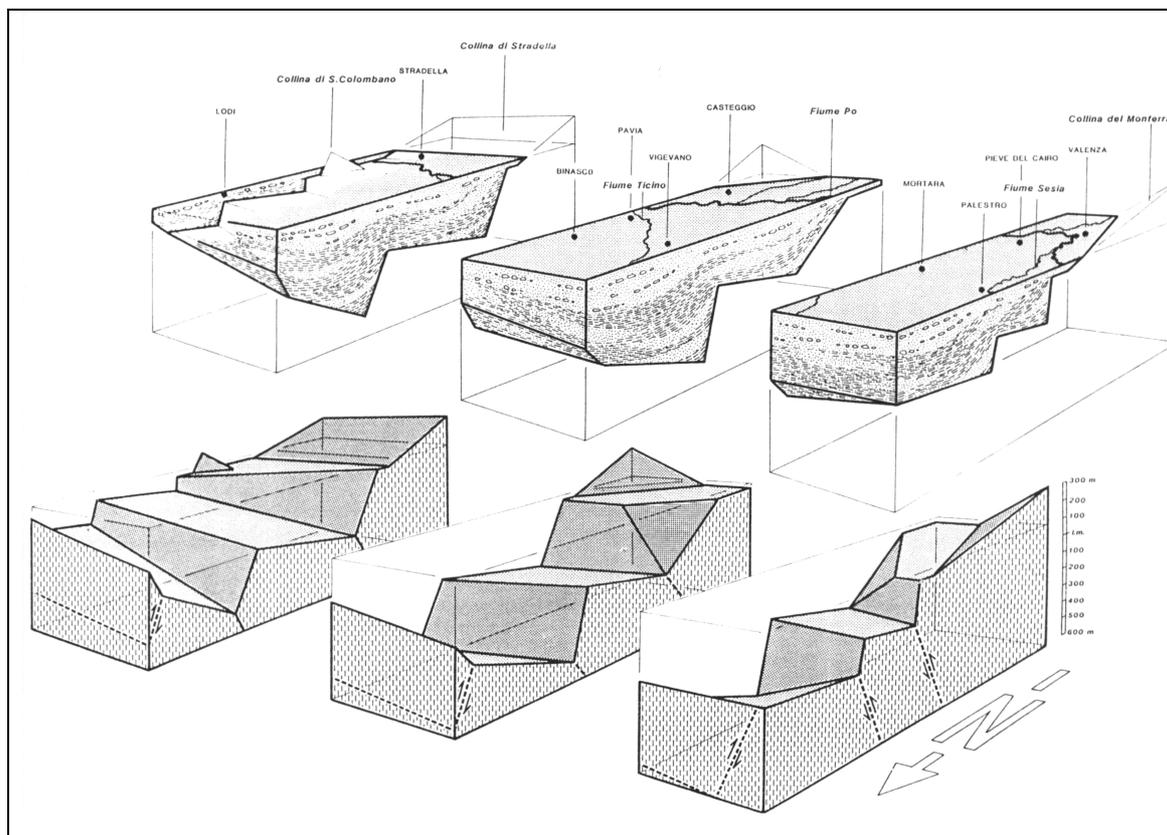


Fig. 1: stereogramma schematico evidenziente la configurazione morfo-strutturale delle principali strutture sepolte (porzione inferiore dei blocchi) e l'assetto idrogeologico della sovrastante copertura continentale quaternaria, sulla quale è impostata la Pianura Pavese (da Braga-Cerro, 1988).



I processi descritti sono confermati dall'assetto giaciturale dei depositi continentali, che risulta molto disturbato alla base delle scarpate e tende progressivamente a regularizzarsi procedendo verso la superficie: le deformazioni dei sedimenti sono riconducibili sia a fenomeni di costipamento differenziale che in conseguenza dei fenomeni di riattivazione residuale dei sistemi di fratture (faglie inverse) che si sviluppano lungo le fronti di accavallamento tettonico (ENEL, 1984).

Secondo un'altra ipotesi, verificata attraverso indagini sismiche, il disturbo della sequenza continentale sarebbe da attribuirsi all'attività di una faglia avente orientamento O-E e dislocante il letto di tali depositi che determina il ribassamento relativo del blocco settentrionale di diverse centinaia di metri e la conseguente presenza di potenze maggiori nei depositi fluvio-lacustri (ASS. IRR. EST SESIA, 1984).

1.2 IL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA PAVESE-LOMELLINA

I dati relativi ad esplorazioni geologiche del sottosuolo pregresse in possesso, di tipo geoelettrico (sondaggi elettrici verticali di resistività), indicano la presenza nella pianura pavese-lomellina, a partire dal piano campagna, di un materasso alluvionale, costituito da sedimenti sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e limoso-sabbiosi, con sporadiche intercalazioni limoso-argillose, caratterizzato da valori di resistività maggiori di 100 Ohm.m.

Il secondo orizzonte, contraddistinto da valori di resistività compresi fra 100 e 20 Ohm.m, corrisponde alla sequenza fluvio-lacustre villafranchiana, caratterizzata da litotipi limoso-sabbiosi e argillosi ed il cui spessore risulterebbe massimo nella zona di Vigevano (circa 400 metri), a causa della dislocazione operata dalle discontinuità tettoniche sepolte e della conseguente creazione di una depressione morfo-strutturale compresa fra due alti; la successione pleistocenica corrisponde alla fase di colmamento del bacino padano, completata dai successivi cicli alluvionali, in un regime di subsidenza generalizzata.

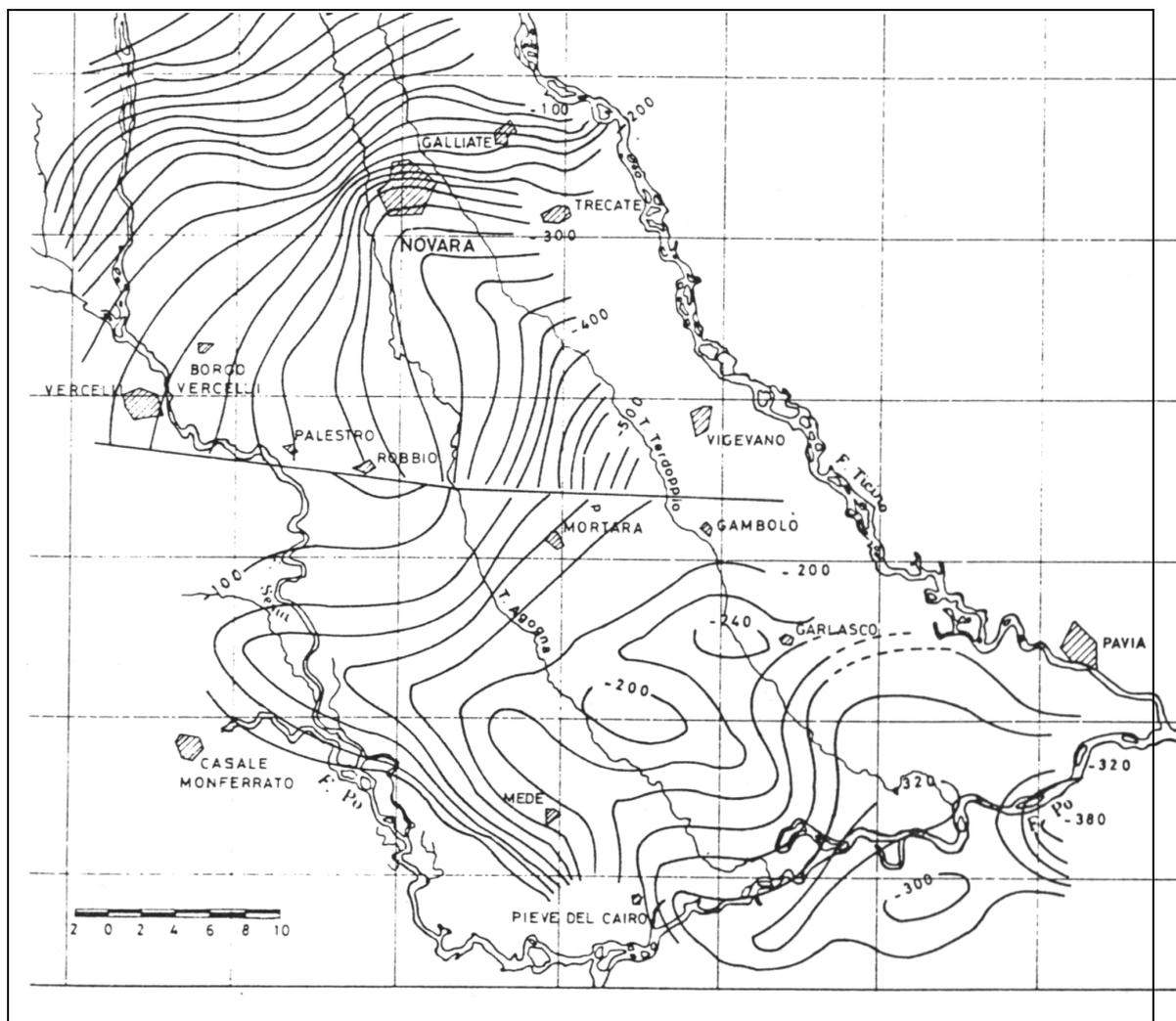


Fig. 2: isobate, riferite al livello medio del mare, della superficie basale della sequenza continentale, nel sottosuolo della Pianura Lomellina (da ASS. IRR. EST SESIA, 1984).

Il terzo orizzonte resistivo, individuato da valori inferiori a 8 Ohm.m alla base della successione villafranchiana, si correla con il basamento pre-quadernario costituito dalle formazioni di origine marina a comportamento generalmente impermeabile.

La natura litologica del substrato pre-quadernario della zona pavese-lomellina può essere desunta dalla colonna stratigrafica relativa al pozzo Ottobiano 1 (AGIP) ove la prevalenza di litotipi arenaceo-marnosi testimonia l'ubicazione della trivellazione al margine degli alti strutturali precedentemente descritti, ed in particolare evidenzia la progressiva emersione a partire dal Tortoniano degli alti strutturali, con graduale migrazione



delle facies deposizionali di ambiente di piattaforma esterna a quelle di ambiente evaporitico e lagunare-salmastro.

Le successioni descritte dal pozzo di Ottobiano giacciono a copertura di un basamento che nella zona risulterebbe costituito da sedimenti carbonatici di età mesozoica o terziaria inferiore, e genesi sud-alpina.

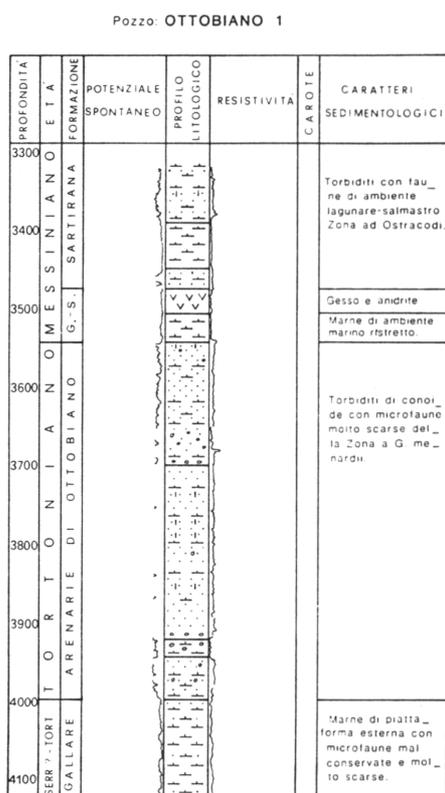


Fig. 3: sezione colonnare del pozzo Ottobiano 1 con la definizione della serie Miocenica



1.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO

La fascia morfologica di inquadramento del territorio comunale di San Giorgio è quella della Lomellina centrale compresa fra le aste fluviali dei torrenti Arbogna ad Ovest e Terdoppio ad Est.

Tale porzione si colloca entro il livello fondamentale della pianura padana, impostato sui terreni che costituiscono il terrazzo Wurmiano, ossia l'insieme dei sedimenti continentali che ha colmato le preesistenti depressioni originate dalla fase interglaciale erosiva Riss-Wurm con il sovralluvionamento delle antiche superfici, ad esclusione di taluni lembi residuali (dossi).

I cicli fluvio-glaciali, di cui il Wurm rappresenta l'ultima fase, corrispondono al periodo quaternario di alluvionamento successivo al Villafranchiano e coincidono con l'alternarsi di pulsazioni climatiche calde e fredde, correlabili direttamente con le azioni di avanzamento ed arretramento delle fronti glaciali con apporto ed accumulo di sedimenti durante i cicli freddi (glaciali o stadiali) e terrazzamento erosivo durante i periodi caldi (interglaciale o interstadiale).

Nell'ambito della fase Wurmiana sono stati distinti più cicli stadiali (Wurm 1,2,3) di cui al primo (Wurm 1), corrispondente alla massima espansione glaciale, è attribuibile il maggior apporto di sedimenti e quindi la prevalente azione di colmamento e seppellimento delle antiche depressioni interglaciali, mentre i cicli successivi avrebbero operato l'apporto di modeste coltri detritiche, producendo principalmente dei terrazzi di erosione nella superficie principale.

Per questo motivo, il livello fondamentale della pianura nella Lomellina centro-settentrionale si presenta come una conoide terrazzata con superfici blandamente ondulate, vergenti verso S-SE, assimilabili in gran parte al livello del ciclo wurmiano principale, mentre i terrazzi inferiori determinano morfologie a tratti depresse, comunque marginali arealmente rispetto alla superficie fondamentale.

Le maggiori accentuazioni positive della superficie fondamentale della pianura sono costituite dai dossi che rappresentano ondulazioni altimetricamente elevate di pochi metri rispetto alle piane circostanti, aventi senso di allungamento planimetrico NNO-SSE, ana-



logo a quello delle paleolinee di drenaggio ben conservate fra le incisioni dei torrenti Agogna ed Arbogna; essi rappresentano i lembi residuali di paleosuperfici relitte di formazione Rissiana, e sono riconducibili a quelle forme caratteristiche della morfologia fluviale rappresentate dalle barre sabbiose.

La maggiore potenza del ciclo deposizionale Riss nei confronti di quello Wurmiano, fu la causa del non completo colmamento delle antiche superfici e forme di modellamento fluviale da parte delle nuove assise alluvionali, motivo per cui i rilievi attuali, sebbene rimaneggiati parzialmente dalla rielaborazione eolica e soprattutto dagli interventi di insediamento che ne hanno provocato il progressivo livellamento alla pianura circostante, sono da considerarsi come delle forme di modellamento o paleosuperfici fluviali relitte, corrispondenti dal punto di vista della genesi sedimentologica ad una fase antecedente ai cicli alluvionali Wurmiani, così come le linee di paleodrenaggio attualmente riconoscibili corrispondono ai relitti di un sistema di canalizzazione modello "braided" collegato alle divagazioni fluviali e parzialmente sepolto dai successivi eventi di colluvionamento.

FONTI BIBLIOGRAFICHE

Associazione Irrigazione Est Sesia – Novara (1984) *Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese-lomellina (comprensorio dell'Est Sesia) studi e ricerche per la realizzazione di un modello matematico gestionale.*

Braga G., Bellinzona G., Bernardelli L., Casnedi R., Castaldi E., Cerro A., Cotta Ramusino S., Gianotti R., Marchetti G. & Peloso G.F. (1976) – *indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria.* Quad. IRSA, 28, Roma.

Braga G. & Cerro A. (1987-1988) – *Le strutture sepolte della pianura pavese e le relative influenze sulle risorse idriche sotterranee*

Dondi L. & D'Andrea M.G. (1986) – *La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene Superiore al Pleistocene.* Giorn. di Geol. Ser. III, 48, Bologna.

ENEL/DCO (1984) – *Indagini per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella Regione Piemonte.* Rapporti 84°1 – Trino Vercellese e 84°2 – Alluvioni Cambiò (AL). Roma.

CAPITOLO 2

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

2.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOPEDOLOGICHE

Il territorio amministrativo di San Giorgio Lomellina presenta una caratterizzazione morfologica definita principalmente dal livello fondamentale della pianura, entro cui gli unici elementi di diversificazione sono costituiti dalle fasce fluviali e dalle relative forme di modellamento attuali e remote.

Da questo inquadramento di massima, per la descrizione di dettaglio, si è proceduto mediante una suddivisione del livello fondamentale in tre ambiti principali, corrispondenti ad unità di paesaggio per la cui descrizione morfologica ci si è avvalsi degli elementi di diversificazione quando presenti, con l'ausilio delle suddivisioni basate su criteri prettamente geopedologici noti nella letteratura specialistica:

- UNITA' 1** rappresentata dalle forme morfologiche positive (dossi);

- UNITA' 2** costituita dal livello fondamentale della pianura, o meglio dalle superfici di raccordo fra le forme positive e le incisioni fluviali;

- UNITA' 3** comprende le aree depresse del livello fondamentale, a drenaggio lento;

- UNITA' 4** riferita alle fasce fluviali attive ed alle forme del paesaggio ad esse direttamente correlabili.



UNITA' 1

Comprende le aree estese principalmente nella porzione nord-orientale del territorio comunale ed è rappresentata dai dossi isolati che si presentano come forme positive caratterizzate da uno sviluppo planimetrico tondeggianti o allungato nel senso delle linee di deflusso superficiali delle acque. La descrizione dei dossi è basata su ulteriori differenziazioni morfologiche e geopedologiche di seguito descritte, con riferimento agli elementi topografici salienti.

- il dosso comunemente denominato di Cernago, in quanto si estende dai limiti nord-orientali del Comune di San Giorgio entro gli ambiti amministrativi di tale Comune, presenta una notevole estensione areale ed è caratterizzato da una morfologia di superficie ondulata, con pendenze variabili fra il 25 ed il 30%, solo parzialmente riconducibili agli antichi processi erosivi di formazione ed in massima parte imputabili alle azioni di rimodellamento operate ai fini coltivi ed estrattivi. Il dosso in oggetto, è ben delimitato sia dalle scarpate parzialmente rettificata, visibili dalle s.p. n° 211 e 175, sia da parte del reticolato idrografico minore che in parte lo interseca, ed è ricoperto da fitta vegetazione boschiva, localmente interrotta da stagni e paludi solo in parte realizzati artificialmente. L'insieme costituisce un elemento di forte caratterizzazione geologica ed ambientale, meritevole di riqualificazione.

- il dosso di Cascina Gilardina occupa una area posta a NE dell'abitato di San Giorgio, e presenta delimitazioni morfologiche non sempre ben individuabili, sia a causa dello smussamento delle originarie scarpate che per l'assenza di pendenze sensibili, comunque non superiori al 10%, che gli conferiscono un aspetto poco rilevato rispetto alla pianura circostante. Il dosso, la cui superficie è utilizzata prevalentemente a seminativi e pioppicoltura, presenta le medesime caratteristiche geopedologiche del precedente.

- il dosso di Cascina San Lorenzo si rileva presso i confini orientali del territorio comunale e si estende verso E entro il Comune di Ottobiano; benché caratterizzato da ondulazioni e pendenze poco accentuate come il dosso di C.na Gilardina, presenta parte degli originari margini di erosione fluviale delimitati dal Cavo Malaspina che lo attraversa parzialmente, ed una fitta copertura boschiva che lo accomuna, per l'aspetto e l'importanza geologica ed ambientale, al dosso di Cernago, mentre le caratteristiche



geopedologiche sono comuni alle precedenti. In sintesi, la probabile origine eolica dei dossi è ipotizzabile sulla base della presenza di suoli sepolti, con caratteristiche composizionali e granulometriche simili ai suoli attuali, mentre l'elevata permeabilità e drenaggio derivanti da un elevato contenuto di sabbia negli orizzonti superficiali ne precludono o limitano fortemente l'impiego ai fini produttivi agricoli.

Pedon CSG (T)

Classificazione

USDA: *Typic Udipsamment mixed mesic*
FAO: *Haplic Arenosol*
Numero: 53 sezione C.T.R. A7C4 - n° 0029
Località: CAVONE (SAN GIORGIO DI LOMELLINA)
Morfologia: Dosso di piana alluvionale
Substrato: Sabbia grossolana, a granuli silicei dominanti
Pietrosità: scarsa o nulla
Uso del suolo: Fustaia di latifoglie con ceduo dominato
Drenaggio: rapido
Falda: ---

- A 0 - 10 cm Poco umido; colore della matrice 10YR 5/5; sabbioso; struttura granulare fine debole; non calcareo; comuni pori fini; abbondanti radici fini; limite chiaro ondulato.
- AC 10 - 60 cm Poco umido; colore della matrice 10YR 6/6; sabbioso; incoerente; non calcareo; comuni pori fini; comuni radici fini; limite diffuso lineare.
- C1 60 - 115 cm Poco umido; colore della matrice 10YR 6/6; sabbioso; incoerente; non calcareo; comuni pori fini; comuni radici fini; limite diffuso lineare.
- Ab 115 - 150 cm Umido; colore della matrice 10YR 5/5; sabbioso; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; non calcareo; scarsi pori fini; comuni radici fini; limite chiaro ondulato.
- Bwb 150 - 180 cm Umido; colore della matrice 10YR 5/6; sabbioso; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; non calcareo; comuni pori fini; poche radici fini; limite chiaro ondulato.
- C2 180 - 220 cm Poco umido; colore della matrice 10YR 6/6; sabbioso; incoerente; non calcareo; scarsi pori fini; limite sconosciuto.

P0053	TESSITURA %										pH	CaCO ₃ %	C.org. %	COMPLESSO DI SCAMBIO (meq/100g)					TSB %	
	Oriz.	LIM SUP	LIM INF	SG	SM	SF	ST	LG	LF	ARG				H ₂ O	KCl	TOT	ATT	Ca		Mg
											2.1	2.2	3.1	4.1					8.3	9.3
A	0	10	56,2	35,2	5	96,4	1,1	0,4	2,1	4,6	4	0	nd	0,88	0,15	0,04	0,03	0,06	6,5	4
AC	10	60	51,2	43,6	4,4	99,2	0,4	0	0,4	5,2	4,5	0	nd	0,17	0,1	0,04	0,03	0,05	3	7
C1	60	115	52	44	2,9	98,9	1,1	0	0	5,4	4,7	0	nd	0,07	0	0	0,02	0,05	1,6	4
Ab	115	150	47	36,6	10,5	94,1	2,5	2,5	0,9	5,9	4,8	0	nd	0,3	0,13	0,04	0,03	0,11	3,8	8
Bwb	150	180	59,7	31,5	5,4	96,6	1,5	1,6	0,3	6	5	0	nd	0,26	0,75	0,08	0,04	5	5,6	17
C2	180	220	61,7	33	2,9	97,6	1,1	0,9	0,5	6,5	5	0	nd	0,07	0,1	0,04	0,04	0,04	1,8	13



UNITA' 2

Questa unità di paesaggio comprende aree ampiamente estese nell'ambito comunale, a morfologia pianeggiante o debolmente ondulata, prevalentemente sfruttate dal punto di vista agricolo per le coltivazioni risicole ed entro cui le differenziazioni principali sono di tipo geopedologico;

La cartografia allegata, raggruppa in questa unità più ambiti pedologici noti nella letteratura specializzata (ERSAL) basati in parte sulla ricostruzione paleogeografia delle zone delimitate; dal punto di vista della distribuzione areale essi occupano un ambito esteso all'intorno del centro abitato e a NE dell'asse vallivo del torrente Arbogna e comprendono suoli da profondi a moderatamente profondi con substrato sabbioso, a granulometria medio-grossolana e caratterizzati da permeabilità da elevata a moderata.

I suoli di queste superfici hanno in genere subito profondi rimaneggiamenti, a seguito del riporto di terreni derivanti dal livellamento delle aree rilevate (dossi) o per le opere di costipamento operate per l'impostazione dei piani di coltivazione delle risaie e posseggono pertanto caratteristiche composizionali e granulometriche non sempre direttamente correlabili agli originari processi di formazione pedologica.



Pedon **ARB** (T)

Classificazione

USDA: *Anthraquic Hapludalf coarse silty mixed mesic*
FAO : *Anthraqui-Stagnic Luvisol*
Numero: 41 sezione C.T.R. A7C4 - n° 0059
Localita' : ARBOGNA (SAN GIORGIO DI LOMELLINA)
Morfologia : Glacis alluvionale
Substrato : Sabbia grossolana, a granuli silicei dominanti e sabbia fine
Pietrosita': scarsa o nulla
Uso del suolo: Risaie
Drenaggio : lento
Falda : ---

- Apg** 0 - 25 cm Umido; colore della matrice 2.5Y 5/2; abbondanti screziature piccole 10YR 5/8 e 5GY 4/1; franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare grossolana debole (aderente); non calcareo; scarsi pori molto fini; comuni radici fini; poche sesquans; limite abrupto irregolare.
- Abg** 25 - 40 cm Umido; colore della matrice 2.5Y 6/2; comuni screziature medie 5Y 5/2; franco sabbioso; massivo; non calcareo; scarsi pori fini; poche radici fini; comuni concrezioni soffici ferromanganesifere, molto piccole; comuni concrezioni ferromanganesifere, molto piccole; limite chiaro ondulato.
- Bt1** 40 - 70 cm Umido; colore della matrice 10YR 5/6; abbondanti screziature medie 2.5Y 6/2; franco; struttura poliedrica angolare molto grossolana moderatamente sviluppata; non calcareo; comuni pori fini; poche radici molto fini; molte concrezioni soffici ferromanganesifere, molto piccole; comuni concrezioni ferromanganesifere, molto piccole; comuni skeletans; limite chiaro ondulato.
- Bt2** 70 - 100 cm Umido; colore della matrice 10YR 5/6; abbondanti screziature piccole 2.5Y 5/2 e 2.5Y 6/2; franco sabbioso; struttura poliedrica angolare molto grossolana debole (aderente); non calcareo; comuni pori fini; comuni concrezioni soffici ferromanganesifere, molto piccole; comuni skeletans; limite chiaro irregolare.
- BC** 100 - 160 cm Umido; colore della matrice 2.5Y 5/6; abbondanti screziature medie 5GY 6/1; sabbioso franco; incoerente; non calcareo; scarsi pori fini; comuni concrezioni soffici ferromanganesifere, molto piccole; poche skeletans; limite sconosciuto.

P0041	TESSITURA %										pH	CaCO ₃ %	C.org.%	COMPLESSO DI SCAMBIO (meq/100g)					TSB %	
	1.1													7.2						
	Oriz.	LIM SUP	LIM INF	SG	SM	SF	ST	LG	LF	ARG				H ₂ O	KCl	TOT	ATT	Ca		Mg
											2.1	2.2	3.1		4.1				8.3	9.3
Apg	0	25	7,9	18,5	38,7	65,1	18	12,6	4,3	5,6	4,6	0	nd	0,93	2,45	0,45	0,06	0,26	10,7	30
ABg	25	40	3	12,5	36,7	52,2	23,5	12,8	11,5	6,8	5,2	0	nd	0,28	4,05	0,78	0,03	0,14	9,4	53
Bt1	40	70	0,5	3,6	39,4	43,5	28,5	13	15	6,7	4,9	0	nd	0,29	8,48	1,93	0,07	0,13	17,2	62
Bt2	70	100	0,3	3,1	48,6	52	32,1	10,1	5,9	6,5	4,4	0	nd	0,14	7,53	1,52	0,07	0,09	14,2	65
BC	100	160	8,7	26,3	46,8	81,8	13,4	3,1	1,6	6,7	4,8	0	nd	0,09	3,25	0,61	0,02	0,05	7,4	53

UNITA' 3

Rilevabile a O-NO del centro abitato e a ridosso della strada provinciale in direzione di Velezzo Lomellina, comprende quelle aree del livello fondamentale della pianura a morfologia pianeggiante o lievemente depressa, caratterizzata dalla presenza di suoli



a drenaggio lento o molto lento, a substrato sabbioso, corrispondenti ai più antichi ambienti agricoli coltivati a risaia; le difficoltà di drenaggio sono accentuate dal livello freatico, sovente presente entro il suolo stesso, che limita fortemente lo sviluppo di colture alternative a quelle risicole.

UNITA' 4

Comprende tutte quelle forme direttamente o indirettamente collegate ai processi geodinamici fluviali, ed è rappresentato nel territorio in esame dai sistemi delle valli alluvionali dei torrenti Agogna ed Arbogna.

Il torrente Agogna, il cui corso definisce i limiti amministrativi occidentali del Comune, costituisce l'elemento morfologico di maggior spicco del comprensorio; l'alveo del torrente, ad andamento sinuoso monocursale presenta un profilo longitudinale dotato di pendenza mediamente costante, più accentuato rispetto al piano principale della pianura, rispetto al quale si pone in posizione incisa, determinando una sezione trasversale di tipo scatolare, accentuato dalle opere di rettifica e protezione di sponda esistenti.

Nel contesto più ampio la valle del torrente Agogna è di tipo "a cassetta" ed evidenzia la successione dei termini sedimentologici alluvionali attraverso la presenza di superfici terrazzate di estensione variabile, delimitate dagli orli delle superfici di erosione (terrazzi) sovente rettificata dagli interventi antropici per lo sfruttamento agricolo ed estrattivo del territorio. Entro la suddivisione fondamentale delle alluvioni oloceniche attuali e medie o antiche, si rileva un esteso sistema di superfici, in parte raccordabili altimetricamente fra le sponde e che delimitano gli ambiti legati alla genesi sedimentologica ed alle potenzialità dinamiche di carattere idrogeologico. Dalla tavola allegata si nota come le superfici terrazzate altimetricamente ribassate coincidano con le alluvioni attuali e nel contempo con le aree potenzialmente inondabili in occasione di piena ordinaria (vedi capitolo successivo), mentre le superfici terrazzate altimetricamente più elevate, corrispondenti alle alluvioni medie e antiche, sono delimitate da orli di scarpata considerati attivi in senso potenziale, in quanto coinvolgibili negli eventi dinamici fluviali in occasioni di piena straordinaria.

Le alluvioni attuali e recenti, comprendono le sponde attive del corso d'acqua, sottoposte a fenomeni di erosione piuttosto accentuati in corrispondenza delle maggiori convessità ed interessano terreni di natura essenzialmente limoso-sabbiosa, poco addensati e quindi suscettibili di asportazione dove più intensa è l'azione erosiva esplicita dalla corrente fluviale. All'interno delle piane alluvionali, le estese coltivazioni a risaia hanno prodotto lo smussamento e la rettifica delle superfici di erosione sovente mediante l'asporto di materiale, motivo per cui gli attuali ripiani corrispondono solo in parte con le originarie superfici generate dai processi dinamici fluviali; a conferma di tale aspetto si evidenzia la presenza di laghetti artificiali, prodotti con l'intercettazione della superficie freatica mediante le opere di escavazione (Cascina Cardona) e l'estensione delle aree ribassate mediante l'arretramento delle scarpate dei terrazzi alluvionali.

Le superfici morfologiche fluviali attive o potenzialmente attive del torrente Agogna si collegano al livello fondamentale della pianura attraverso una fascia subpianeggiante di sviluppo longitudinale parallelo all'alveo del torrente e lievemente depressa rispetto al primo, ma chiaramente riconducibile alle antiche linee di divagazione del corso d'acqua. Sostanzialmente differente dal punto di vista morfologico ma non geopedologico la situazione di pertinenza del secondo ambito fluviale per importanza presente nel territorio, relativo al torrente Arbogna ed al sistema idrografico ad esso direttamente collegato; l'asta principale che si snoda con orientamento NO-SE, risulta meno incisa rispetto al torrente Agogna e con andamento più rettilineo a causa, con ogni probabilità, dell'intensa opera di rimaneggiamento antropico a cui il corso d'acqua fu sottoposto in epoca storica e che portò alla realizzazione del sistema di cavi e rogge connessi (Cavone). Il corso d'acqua, la cui portata è fortemente regimata artificialmente, esplica un'azione erosiva in senso prevalentemente verticale, mentre gli originari terrazzamenti alluvionali sono attualmente ricostruibili solo dalla presenza di scarpate di erosione fortemente smussate e discontinue o dai modesti dislivelli topografici rilevabili al piano campagna. A fianco della presenza di una configurazione morfologica fluviale principale, si rileva infine la presenza del reticolato idrografico minore, caratterizzato da alvei ristretti e sponde poco svasate o subverticali, che non esplica alcuna parte attiva nell'evoluzione morfologica del territorio, essendo tali corsi d'acqua quasi completamente regimati, ma che comunque ne costituisce una parte significativa dal punto di vista



ambientale. Nel complesso i suoli geneticamente connessi ai processi di geomorfologia fluviale sono a tessitura grossolana con scarsa o nulla presenza ghiaiosa.

Pedon **CAM** (T)

Classificazione

USDA: *Aquic Udipsamment mixed mesic*
 FAO : *Gleyic Arenosol*
 Numero: 71 sezione C.T.R. A7C4 - n° 0078
 Localita' : CAMPALESTRO (SAN GIORGIO DI LOMELLINA)
 Morfologia : Piana alluvionale aperta
 Substrato : Sabbia grossolana, a granuli silicei dominanti
 Pietrosita': scarsa o nulla
 Uso del suolo: Risaie
 Drenaggio : mediocre
 Radicazione: 47 cm
 Falda : 130 cm(invernale)

- Apg** 0 - 30 cm Umido; colore della matrice 5Y 4/1; abbondanti screziature medie 2.5Y 5/4 e 10YR 4/6; franco-sabbioso; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; non calcareo; molto scarsi pori fini; poche radici fini; poche sesquans; limite abrupto ondulato.
- C1** 30 - 47 cm Umido; colore della matrice 10YR 6/6; abbondanti screziature medie 10YR 5/6 e 2.5Y 6/2; sabbioso; incoerente; non calcareo; comuni pori fini; poche radici molto fini; limite abrupto lineare.
- Cg1** 47 - 80 cm Umido; colore della matrice 2.5Y 6/2; molto abbondanti screziature piccole 10YR 5/6; sabbioso; incoerente; poche sesquans; limite graduale ondulato.
- Cg2** 80 - 130 cm Molto umido; colore della matrice 2.5Y 5/2; abbondanti screziature piccole 10YR 5/6; sabbioso; incoerente; molto scarsi pori grandi.

P0071	TESSITURA %										pH		CaCO ₃ %		C.org. %		COMPLESSO DI SCAMBIO (meq/100g)					TSB %
	Oriz.	LIM SUP	LIM INF	SG	SM	SF	ST	LG	LF	ARG	H ₂ O	KCl	TOT	ATT	Ca	Mg	Na	K	CSC			
							1.2				2.1	2.2	3.1	4.1						8.3	9.3	
Apg	0	30	32,6	21,2	19,6	73,4	9,5	11,3	5,8	6,1	5	0	nd	0,7	3,1	0,7	0	0,2	9,4	43		
C1	30	47	79	12	4,7	95,7	1,5	1,2	1,6	6,3	4,9	0	nd	0,1	1,1	0,3	0	0,1	3,6	39		
Cg1	47	80	81,9	14,2	1,8	97,9	0,4	0	1,7	6,6	5,2	0	nd	0	1,1	0,3	0	0,1	3,3	43		
Cg2	80	130	93,8	3,8	0,5	98,1	0,6	0	1,3	6,7	5,1	0	nd	0	1,1	0,3	0,1	0,1	3,3	43		

2.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

Nel contesto della situazione geologico-strutturale descritta al cap. 1 è possibile stabilire una correlazione fra le tre unità litostratigrafiche identificate, cioè il materasso alluvionale, la successione villafranchiana, il basamento marino ed il sistema idrogeologico locale.

In primo luogo, dai dati emersi dalle misurazioni freaticometriche relative ai sondaggi effettuati ed ai pozzi esistenti e dai relativi riscontri litostratigrafici, emerge che il serbatoio o acquifero di maggior importanza pratica è costituito dal materasso alluvionale, dove i dati a disposizione (ASS. IRR. EST SESIA, 1984) evidenziano elevati indici di permeabilità ($k = 10^{-3} / 10^{-4}$ cm/sec) e trasmissività ($1,3 \text{ m}^2/\text{sec} < T < 4,9 \text{ m}^2/\text{sec}$).

Le sezioni litostratigrafiche in possesso consentono infatti di individuare, pur nel limite delle modeste profondità investigate, una serie di sedimenti fortemente permeabili costituiti principalmente da sabbie a differente granulometria, sovente medie o grossolane, con intercalazioni sabbioso-ghiaiose e localmente limoso-argillose che consentono una notevole ricarica dell'acquifero non solo attraverso il meccanismo di filtrazione lungo strato, ma anche attraverso i cicli meteorici e di irrigazione, risultando per contro, a causa della assenza o della discontinuità di livelli superficiali impermeabili, fortemente vulnerabili nei confronti della percolazione di inquinanti dalla superficie.

Il sottostante acquifero è costituito dai sedimenti villafranchiani i quali, pur presentando frequenti e consistenti livelli impermeabili argillosi, in modo particolare negli strati più profondi, ospitano comunque corpi idrici intercomunicanti aventi una zona di alimentazione comune nel sovrastante materasso alluvionale; per tale motivo risulta più appropriato considerare un unico acquifero, accorpando il materasso alluvionale al villafranchiano, che assume pertanto le connotazioni di acquifero compartimentato multifalda, a falda superiore libera ove i corpi idrici presenti, pur avendo una comune alimentazione, mantengono regimi idraulici differenti.

Nel caso specifico l'acquifero delle assise alluvionali è di tipo freatico, mentre quelli presenti negli orizzonti permeabili del Villafranchiano presentano regime artesianico, accen-



tuato con la profondità; parallelamente la geometria di questi ultimi è fortemente condizionata, nei campi di moto, dalla conformazione delle strutture sepolte, mentre la falda freatica mantiene una direzione di deflusso assimilabile a quella dell'idrografia superficiale e, nel caso del territorio di San Giorgio, da NNO a SSE.

Il campo di moto dei corpi idrici più profondi segue invece orientazioni diverse, accentuate dalle discontinuità strutturali presenti alla base della successione villafranchiana e tali ostacoli di natura morfo-strutturale inducono a ritenere che le acque presenti in detti acquiferi siano caratterizzate da tempi di rinnovamento estremamente lunghi: il rallentamento del deflusso delle acque profonde, a regime artesiano o semi-artesiano è confermato dall'elevato tasso di mineralizzazione, con alti tenori in Ferro, Manganese ed Ammoniacca che talora oltrepassano le soglie di potabilità previste dalla normativa vigente, originati dal contatto delle acque con depositi torbosi frequenti nella sequenza fluvio-lacustre.

Nel dettaglio della situazione idrogeologica del territorio comunale, sono state evidenziate le caratteristiche della falda superficiale, di decisiva importanza economica, e le interazioni di questa con l'assetto idrologico, naturale ed artificiale, della superficie agricola e di insediamento.

Come accennato, il grado di permeabilità dei sedimenti superficiali consente il rimpinguamento della falda freatica che, sulla base dei dati a disposizione, presenta un livello mediamente molto prossimo alla superficie del piano campagna, con massime oscillazioni positive nel periodo di sommersione delle colture risicole; a tale proposito si riportano di seguito i dati relativi alle misurazioni freaticometriche effettuate presso la Cascina Stella dal Consorzio di Irrigazione dell'Est Sesia nell'ultimo decennio.

POZZO CASCINA STELLA					
QUOTA DELLA FALDA (m. s.l.m.)					
	1989	1990	1991	1992	1993
Gennaio	96,74	97,04	97,09	97,71	97,13
Febbraio	96,94	97,02	97,09	97,72	97,10
Marzo	97,04	97,04	97,01	97,26	97,02
Aprile	97,40	97,27	97,21	97,30	97,10
Maggio	97,47	97,57	N.P.	97,51	97,39
Giugno	97,72	97,73	97,59	97,62	97,63



Luglio	97,79	97,29	97,79	97,89	97,80
Agosto	97,75	97,78	97,87	97,76	97,65
Settembre	97,40	97,49	97,58	97,51	97,52
Ottobre	97,19	97,44	97,69	N.P.	97,38
Novembre	97,10	97,07	97,75	97,39	97,19
Dicembre	97,02	97,09	97,71	97,16	97,09

	1994	1995	1996	1997	1998
Gennaio	97,09	97,14	96,77	97,35	97,29
Febbraio	97,14	97,14	97,34	97,18	97,20
Marzo	97,14	97,18	97,11	N.P.	97,17
Aprile	97,30	97,34	97,17	N.P.	97,42
Maggio	94,47	97,62	97,41	N.P.	97,64
Giugno	97,71	97,81	97,76	97,64	97,76
Luglio	N.P.	97,88	97,99	97,61	97,85
Agosto	97,87	97,91	97,93	97,61	97,73
Settembre	97,36	97,80	97,57	97,58	97,45
Ottobre	97,28	97,51	97,23	97,26	97,17
Novembre	97,18	97,15	97,31	97,05	97,06
Dicembre	97,16	97,20	97,37	97,16	97,16

A commento della tabella si rileva il sensibile incremento del livello freatico nella fase stagionale compresa fra i mesi di maggio ed agosto, corrispondente al periodo di sommersione delle campagne.

Pertanto, pur nei limiti delle condizioni idrogeologiche generali che vedono la falda freatica seguire direzioni di deflusso da NNO verso SSE con un gradiente idraulico $I = 0,0015$, seguendo in generale lo schema della pianura padana settentrionale che contempla un sistema drenante convergente verso l'asta fluviale del Po, è necessario definire l'apporto fornito all'alimentazione della stessa dai corsi d'acqua superficiali, in condizioni naturali o regimate.

Nel reticolo idrografico di superficie, spiccano i corsi d'acqua dei torrenti Agogna ed Arbogna: **il torrente Agogna**, che ha origine dalle prealpi novaresi, sfocia nel Po presso Mezzana Bigli. Le sue portate variano da 1,8 a 100 mc/s, con valori di piena sino a 300 mc/s.



Il torrente Arbogna ha origine da sorgenti naturali entro l'abitato di Novara, si biforca nei pressi di Cernago, immettendo parte delle sue acque nell'antico Cavone per poi ricongiungersi dopo 4 Km, assumendo successivamente la denominazione di Erbognone e sfociando nell'Agogna presso Gallivola; le sue portate medie si aggirano sui 0,8-1 mc/sec, con portate massime di piena di 10-15 mc/sec.

In particolare la carta idrogeologica descrive graficamente il carattere drenante degli alvei del torrente Agogna ed Arbogna, almeno in regime di portata ordinaria o di magra, evidenziato maggiormente lungo le sponde attive del torrente Agogna, dove sono presenti manifestazioni sorgentizie di terrazzo, per quanto a carattere intermittente e stagionale.

Tale condizione idrogeologica fa sì che le direzioni delle linee di flusso della falda freatica vengano parzialmente deviate dalla tendenza generale e, mentre l'asse vallivo del torrente Arbogna è coerente con le linee di flusso principali, nel caso del torrente Agogna si rileva una tendenza di queste ad una deviazione più marcata verso S.

Per i corsi d'acqua minori, le condizioni di costante regimazione inducono ad un rapporto di alimentazione e drenaggio con il livello freatico, in relazione alle situazioni idrologiche di invaso indotte nei medesimi.

La configurazione della rete idrografica considerata per un sufficiente intorno al territorio comunale, a fronte della presenza dei principali corsi d'acqua precedentemente descritti contempla una serie di adduttori principali alla rete di irrigazione idrica secondaria e di cui di seguito si descrivono le caratteristiche idrogeologiche salienti.

Il cavo Malaspina, che scorre ai limiti orientali del territorio comunale, ha origine in comune di Tromello da alcuni fontanili ed ha una portata massima valutabile in circa 4000 l/s ed una portata minima valutabile in circa 150 l/s.

Il cavo Magnaghi, che attraversa in senso longitudinale il territorio comunale, ha uno sviluppo di 20,5 Km ed è il principale corso d'acqua del gruppo "Cavi Magnaghi"; in comune di San Giorgio il cavo ha portate variabili da un minimo di 150 l/s ad un massimo di 500 l/s.

La roggia Gattinara, che scorre parallelamente al torrente Agogna è un importante corso d'acqua, inserito al n° 125 dell'Elenco delle acque pubbliche della provincia di Pavia ed è gestito a fini irrigui dall'Associazione di irrigazione Est Sesia; In comune di San Giorgio la roggia che sottopassa il torrente Agogna a valle dell'immissione con la roggia Camerona mediante un sifone in cemento armato, ha portate comprese fra 150 e 5000 l/s.

Ad NE del nucleo comunale, è di fondamentale rilevanza il **Subdiramatore Destro del Canale Cavour** o meglio le diramazioni terminali dello stesso, che si biforca in corrispondenza dell'abitato di Cernago, dando origine ad una serie di adduttori minori fra cui spicca il **colatore Roggione** ad O di San Giorgio; il Canale Cavour, realizzato in soli tre anni tra il 1863 ed il 1866, deriva dal Po a Chivasso ed è integrato con le acque della Dora Baltea.

Da esso si dipartono le derivazioni di apporto per i consumi irrigui della Lomellina di cui assume importanza per la zona il Diramatore Quintino Sella, che a N di Parona si divide nei Subdiramatori Destro (o Mortara) e Sinistro (o Pavia); le portate massime rilevate fra il 1997 ed il 1998 al partitore di S. Anna a valle dell'imbocco dei subdiramatori evidenzia la notevole influenza idrogeologica di questi invasi artificiali che possono essere paragonati a veri e propri corsi d'acqua a regime torrentizio, considerati i periodi di asciutta totale a cui vengono periodicamente sottoposti.

SUBDIRAMATORE DESTRO (MORTARA)		
Portate massime		
Stagione estiva 1997	18/08/1997	10.800 l/s
Stagione estiva 1998	12/06/1998	10.750 l/s
Portate minime		
Stagione invernale 97/98	26/02/1998	1.800 l/s
Stagione invernale 98/99	09/02/1999	800 l/s

SUBDIRAMATORE SINISTRO (PAVIA)		
Portate massime		
Stagione estiva 1997	04/08/1997	9.384 l/s
Stagione estiva 1998	24/05/1998	9.495 l/s
Portate minime		
Stagione jemale 97/98	03/10/1997	500 l/s
Stagione jemale 98/99	09/02/1999	1.800 l/s

Nel contesto idrogeologico descritto si inseriscono i corsi d'acqua o i tratti di questi che hanno origine o sono alimentati dai fontanili; questi sono ubicati presso i confini nord-orientali del territorio comunale e sono di origine artificiale, realizzati mediante l'intercettazione del livello freatico con opere di scavo.

Il principale fra questi è il **cavo Angeleri**, la cui testa di forma tondeggiante ha origine a ridosso della s.p.175 e che riversa le sue acque nel cavo Malaspina, mentre si rilevano altre due teste di fontanile a NE della cascina San Lorenzo, di particolare pregio ambientale poiché situate ai margini di un dosso e di un'area ricca di vegetazione spontanea.

Gli altri corsi d'acqua di particolare interesse sono costituiti dal **cavo Grizia** e dal **cavo Curti**; il primo ha origine da un fontanile nei pressi dei Casoni di S.Albino (Mortara) e si immette nella roggia Gattinara dopo avere attraversato in senso longitudinale tutto il territorio comunale di San Giorgio, il secondo è tributario in sponda destra del cavo Magnaghi, ha origine da un fontanile in località Cascina bruciata (Cernago) ed è caratterizzato da una portata al termine dell'asta drenante di 100 l/s (estiva) e 50 l/s (jemale).

2.2.1 LE UTILIZZAZIONI CIVILI E INDUSTRIALI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La rete di approvvigionamento idrico comunale è impostata su un punto di captazione costituito da un pozzo ubicato nelle vicinanze dell'edificio municipale e di cui si riportano le caratteristiche tecniche disponibili.

Il censimento effettuato sul territorio comunale ha consentito di rilevare l'ubicazione di pozzi privati ad uso irriguo, civile, idropotabile o igienico-sanitario nel nucleo abitato, constatando che nella quasi totalità dei casi si tratta di impianti di modeste dimensioni, spesso di remota origine (sistema di pompaggio manuale) non misurabili e di cui non è possibile trarre dettagli inerenti le tipologie tecniche ed esecutive, ma che confermano nell'insieme la scarsa incidenza, a causa delle irrisorie quantità di emungimento, sul depauperamento della falda freatica.

L'estensione della rete acquedottistica è infatti tale da limitare gli impieghi privati delle acque, qualora non ritratti delle cascine isolate dal nucleo urbano, ad attività complementari (irrigazione di orti e giardini) o, nel caso degli impianti industriali ed artigianali, agli usi igienico-sanitari, antincendio e subordinatamente produttivi.

Il sensibile calo delle attività produttive e degli insediamenti civili ha avuto la conseguenza di ridurre sensibilmente i prelievi idrici dall'acquedotto comunale, che nell'anno 1999 risultavano così suddivisi dal punto di vista quantitativo:

PRELIEVI IDRICI COMPLESSIVI DALL' ACQUEDOTTO COMUNALE		
anno	Usi domestici (mc)	Usi non domestici (mc)
1999	40.050	3.591

2.2.2 LE UTILIZZAZIONI IRRIGUE ED IL BILANCIO IDROLOGICO

Esaminando per comparazione le tabelle relative alle oscillazioni del livello freatico ed i cicli di portata della principale fonte di recapito artificiale costituita dal Subdiramatore Destro, risulta chiara l'importanza dell'apporto irriguo all'alimentazione dell'acquifero superficiale. Stante l'utilizzo attuale del suolo agrario che vede la prevalenza delle colture risicole e subordinatamente di pioppo ed altri cereali, per comprendere il volume di acqua periodicamente immesso sulla superficie è possibile fare riferimento ai dati sperimentali riportati dalla letteratura (ASS. IRR. EST SESIA), riferiti ai valori dell'infiltrazione giornaliera in un terreno non saturo coltivato a risaia.

Considerando una stagione irrigua di 152 giorni, i valori minimi e massimi di adacquamento sono compresi tra 23 e 30 mm/giorno, cui corrispondono ritmi di erogazione tra 2,6 e 3,4 l/s per ettaro e volumi stagionali che variano da un minimo di 34.000 ad un massimo di 45.000 m³/ha. Ne deriva che l'apporto irriguo rappresenta un elemento determinante per le variazioni del livello freatico, in stretta relazione con le caratteristiche di permeabilità dei suoli; dove questi sono profondi o moderatamente profondi e presentano una componente argillosa che consente di limitare la veicolazione delle sostanze inquinanti presenti nelle acque irrigue, si rileva una maggiore capacità protettiva in relazione al minore, in senso relativo, potere drenante. Le zone orientali del territorio comunale, sono generalmente caratterizzate dalla presenza di suoli sottili e a tessitura grossolana che costituiscono un fattore di rischio potenziale per la trasmissione di sostanze inquinanti per la falda e rappresentano un fattore limitante per le colture irrigue che richiederebbero apporti idrici molto consistenti a causa della forte dispersione in profondità; a tale contesto è assimilabile anche in quelle zone depresse dove la vulnerabilità della falda è legata alla presenza di livelli saturi poco al di sotto del suolo, peraltro sottile o assente, che impediscono o rallentano fortemente il drenaggio.

FONTI BIBLIOGRAFICHE

AA.VV. E.R.S.A.L. (1993) – *I suoli della Lomellina Settentrionale*. SSR 14. Milano.

C. Baratti (1997) – *Fontanili di Lomellina. Provincia di Pavia e Ass. Irr. Est Sesia – Novara*.

Ass. Irr. Est Sesia – Novara (Ufficio Idrometrico).



2.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

I suoli ed il sottosuolo del territorio comunale di San Giorgio non offrono una particolare e sostanziale differenziazione sia per quanto riguarda la composizione litologica che per quanto concerne le prerogative geotecniche dei terreni; si tratta infatti di sedimenti in prevalenza incoerenti, dove le più marcate difformità sono costituite dalle lenti di materiale argilloso-limoso presenti, con spessori modesti ed in discontinuità areale, entro i sedimenti a prevalente componente sabbiosa e sabbioso-ghiaiosa.

Leggermente diversificata è invece la situazione dal punto di vista agronomico ed idrogeologico con riferimento all'utilizzo dei suoli per uso agricolo ed alla vulnerabilità degli stessi nei confronti dei percolati inquinanti.

Una prima sommaria delimitazione è stata attuata suddividendo l'ambito nell'intorno del centro abitato, interessato dalle aree di espansione, in quattro zone, rispettivamente sulla base della qualità dei terreni superficiali, interessati o potenzialmente interessabili, oltre che dalle pratiche agricole, anche dall'eventuale posa di elementi di fondazione dei nuovi fabbricati:

ZONA 1

Coincide con i suoli caratterizzati da tessitura grossolana e drenaggio rapido corrispondenti alle superfici fluviali attive o terrazzate; la notevole permeabilità di questi suoli, a componente dominante limoso-sabbiosa, e la scarsa fertilità chimica complessiva limitano il campo delle colture praticabili e richiedono particolari pratiche conservative. In questa zona i suoli, di spessore generalmente metrico, hanno scarsa capacità protettiva nei confronti di un eventuale percolato inquinante; inoltre la presenza di un fitto reticolato idrografico superficiale con invasi consistenti limita il possibile campo di applicazione degli interventi alle pratiche colturali.

ZONA 2

Aree facenti parte della superficie principale della pianura, caratterizzate dalla presenza di suoli profondi a tessitura grossolana con substrato sabbioso, dotati di buona capacità protettiva ma modesta flessibilità colturale. La presenza di orizzonti limosi con componente organica negli strati più superficiali del terreno che rappresentano i vecchi piani di risaia, e di una falda piuttosto prossima alla superficie del piano campagna nelle fasi di massima escursione positiva del livello freatico, limitano l'entità dei carichi ammissibili unitari nel caso di impostazioni di fondazioni dirette per la realizzazione di nuovi fabbricati.

ZONA 3

E' definita dalla presenza di spessori di suolo ridotti o assenti, a componente grossolana, spesso sabbiosi, caratterizzati da notevole permeabilità e vulnerabilità nei confronti del percolato superficiale; la composizione essenzialmente sabbiosa o limoso-sabbiosa dei livelli superficiali favorisce la pioppicoltura, mentre la buona o elevata capacità di drenaggio richiede l'adozione di particolari pratiche di costipamento nel caso di utilizzo del suolo per la coltivazione del riso. La natura granulare e incoerente dei primi livelli del suolo, ma anche del sottosuolo più profondo, ad esclusione di locali intercalazioni argillose discontinue arealmente, consente in genere l'applicazione di indici di carico medio-elevati per le fondazioni dei manufatti di nuova costruzione.

La presenza di orizzonti limoso-argillosi discontinui nei primi livelli del sottosuolo su tutto il territorio, conferma la necessità di attuare in fase preliminare ad ogni intervento edificatorio una campagna di indagine geognostica, volta ad individuare non solo le prerogative geotecniche dei terreni di fondazione, ma ad accertare la presenza di eventuali disomogeneità composizionali del piano di appoggio, al fine di valutare le possibili interazioni struttura-terreno (calcolo dei cedimenti differenziali e del modulo di reazione verticale).

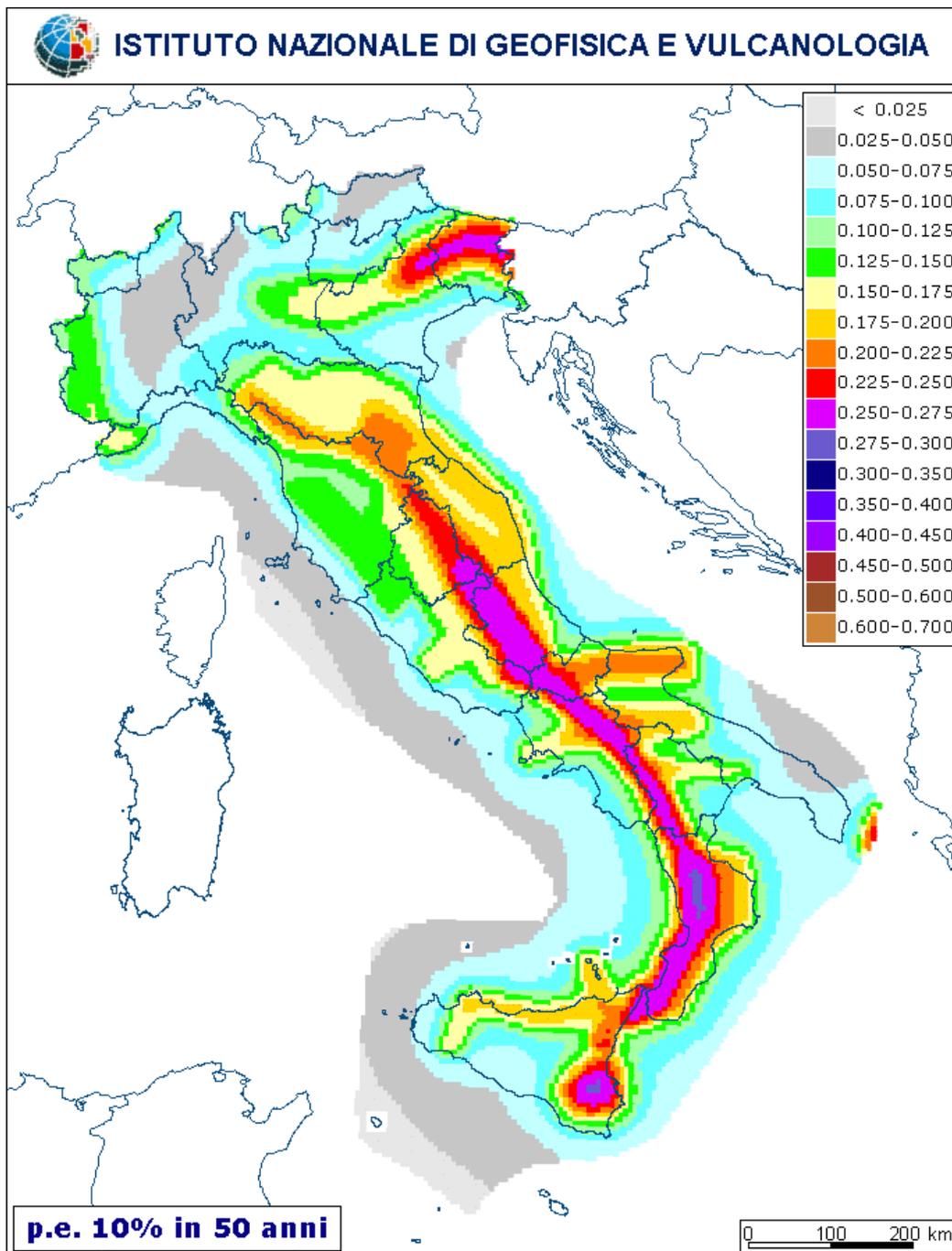
In linea di principio, per le nuove costruzioni ci si dovrà attenere alle seguenti prescrizioni di carattere generale:

- realizzazione di fondazioni dirette a trave continua o a platea, evitando la posa di elementi portanti isolati;
- posa di fondazioni profonde (pali) qualora gli indici di carico unitari ammissibili del terreno non risultassero adeguati per le strutture in progetto;
- esecuzione degli scavi in considerazione delle oscillazioni freatiche stagionali, evitando che si verifichino in coincidenza dei cicli di adacquamento delle campagne;
- predisposizione di adeguati manti impermeabilizzanti costituiti da materassi in bentonite, in previsione di possibili interferenze fra la quota finale di posa delle fondazioni e le oscillazioni del livello freatico;
- posa di idonee strutture di contenimento delle pareti scavo quando gli interventi prevedono sbancamenti in adiacenza o nelle vicinanze di edifici esistenti (paratie di micropali o diaframmi).

3. ANALISI E VALUTAZIONI DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO

Il comune di San Giorgio Lomellina è censito nella Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 come appartenente alla zona 4, cioè inserito nella classe di minima sismicità e con una accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico con probabilità di superamento pari al 10% in 50 inferiore al valore di $ag/g < a 0,05$. Gli studi effettuati da gruppi di ricerca (INGV, 2004) hanno permesso di elaborare una “Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale”, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}), riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$

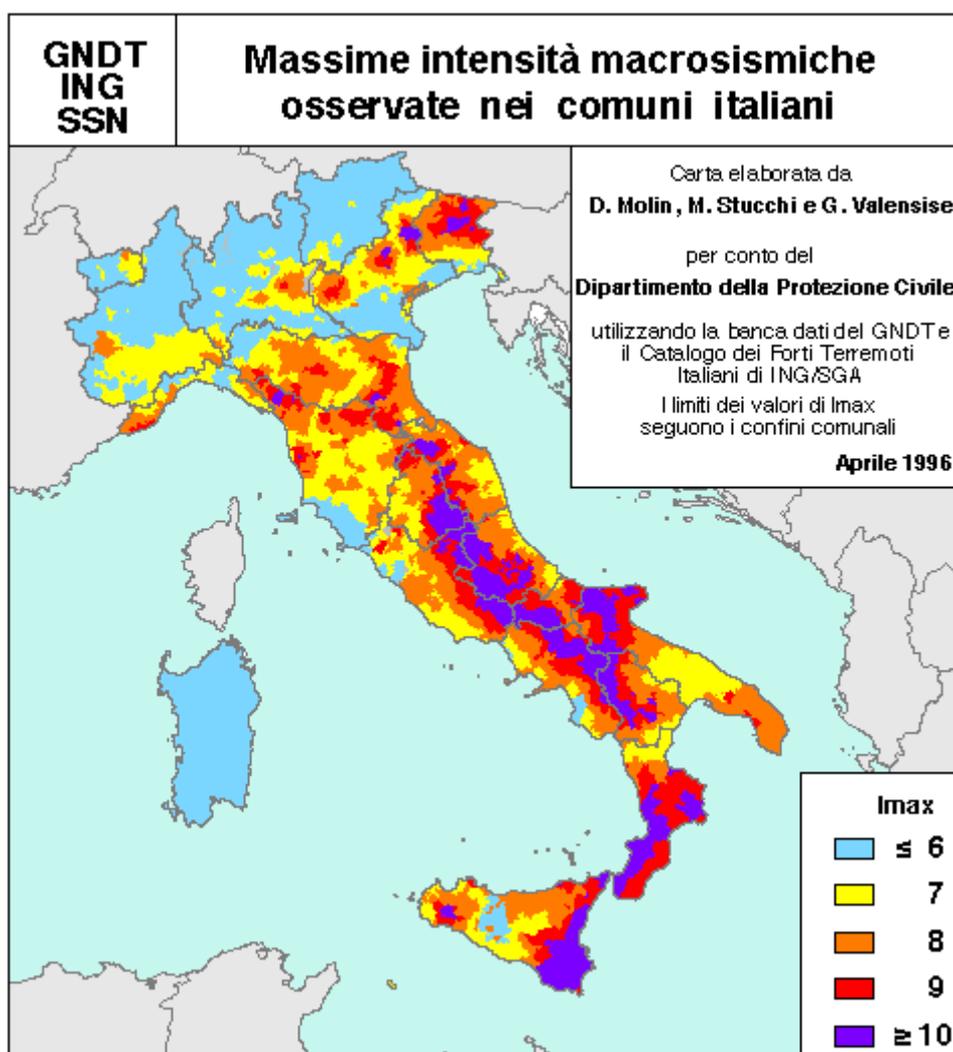
m/s), che rappresenta la probabilità che si verifichi un sisma con tempi di ritorno $T_r=475$ anni.



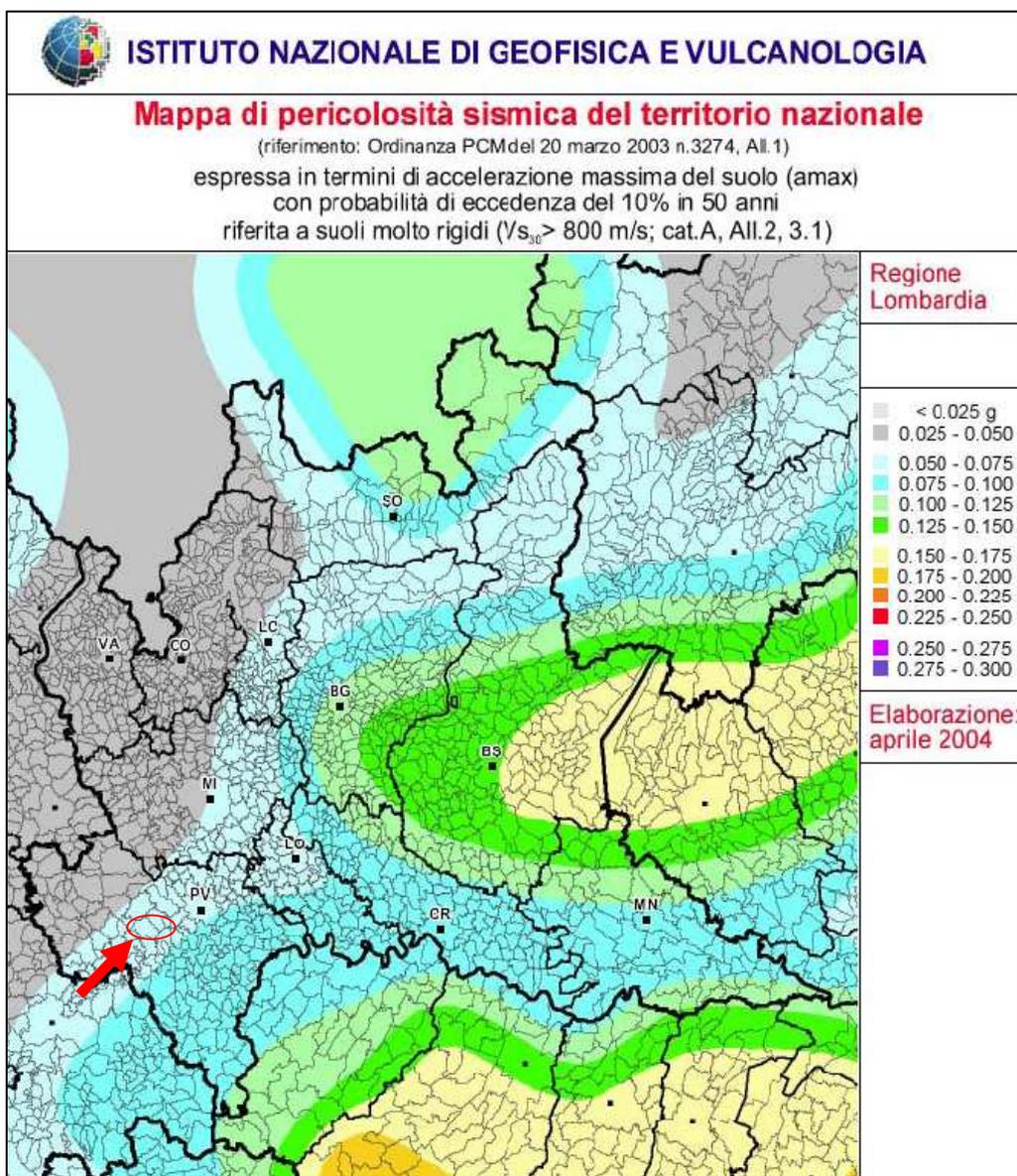
Mapa di Pericolosità sismica del Territorio nazionale (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

La figura seguente rappresenta la mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, di cui si riporta un dettaglio della provincia di Pavia.

Si osserva che nel pavese sono state registrate intensità elevate principalmente a sud del Fiume Po, in Valle Staffora ($I_{max}=8$), ma anche in corrispondenza del comune di Pavia ($I_{max}=7$).



Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani



Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema di Tabella 1:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]
1	> 0,25
2	0,15 - 0,25
3	0,05 - 0,15
4	< 0,05

Tabella 1: zone sismiche

Con DGR 8/1566 del 22-12-2005 la Regione Lombardia ha imposto l'obbligo a tutti i Comuni di verificare la pericolosità sismica del proprio territorio, fornendo una linea guida (allegato 5) per la stesura di tale studio.

Il primo passo consiste nell'individuazione delle aree passibili di amplificazione sismica, basandosi su diversi scenari, proposti nella seguente tabella:

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

	eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ed in seguito, valutati gli scenari di pericolosità sismica locale, si verifica la classe di pericolosità ed il relativo livello di approfondimento (Tabella 2).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quieti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	

Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 – livello di approfondimento 3°

Tabella 2

Per riassumere si riporta lo schema di approfondimento e le fasi di applicazione in zona sismica 4.

Livelli di approfondimento e fasi di applicazione

1[^] LIVELLO

Il 1° livello, di tipo qualitativo e propedeutico ai successivi livelli di approfondimento, riconosce le aree passibili di amplificazione sismica sulla base di differenti scenari di pericolosità sismica locale derivanti da situazioni tipo dell'assetto del territorio (geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche), ad esempio dai contenuti della cartografia di inquadramento proposta nella Fase di analisi dello studio geologico. Gli scenari sono identificati con le sigle Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 (zone PSL) e si prefiggono di trattare tutte le possibili casistiche geologiche in ambito regionale, sebbene siano passibili di revisione sulla base di evidenze particolari o fattori strettamente locali non contemplati nello schema di valutazione originario di seguito illustrato.

In base alle conoscenze in possesso dello scrivente e ad una approfondita analisi della geologia e geomorfologia del territorio del Comune di San Giorgio Lomellina risulta che si è in presenza degli scenari Z4a e Z3a

Tali scenari sono riportati nella carta di caratterizzazione sismica.



2^ LIVELLO

Il II° livello è mirato ad una caratterizzazione di tipo semi-quantitativo degli effetti di amplificazione sismica nelle aree a pericolosità sismica locale (PSL) individuate con il I° livello, fornendo una stima della risposta sismica dei terreni in termini di fattore di amplificazione (f_a).

Nello specifico l'analisi di II° livello è mirata ad individuare entro le aree PSL, previa applicazione di opportune procedure, situazioni nelle quali gli effetti locali sono in grado di produrre incrementi del fattore di amplificazione rispetto al valore di soglia ricostruito per ciascun comune in ambito regionale da uno studio del politecnico di Milano, ovvero accertare se la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (f_a calcolato $>$ f_a di soglia comunale). Nel caso in cui si verifici tale superamento, si dovrà procedere agli approfondimenti di III° livello oppure adottare per la fase progettuale parametri previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore. l'analisi di II° livello è obbligatoria in zona sismica 2 e 3 nelle aree a pericolosità sismica locale Z3 e Z4 e interferenti con l'urbanizzato e/o con le zone di espansione urbanistica, per tutte le tipologie di costruzione, oppure in zona sismica 4 sempre nelle aree Z3 e Z4 qualora sia in previsione la realizzazione di nuovi fabbricati definiti strategici o rilevanti (elenco al d.d.u.o. n.19904/2003), o comunque per le costruzioni il cui uso prefiguri affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale (art. 2 comma 3 O.P.C.M. n. 3274).

(... "edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile - edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso" ...).

Premesse.



Il seguente elenco fa espressamente riferimento al documento illustrato durante la riunione tecnica preliminare tenutasi a Roma il 15 luglio 2003 presso il dipartimento di protezione civile cui hanno partecipato i rappresentanti delle regioni.

un primo elenco delle opere di competenza statale era stato inviato dal dipartimento della protezione civile al presidente della conferenza dei presidenti delle regioni e delle province autonome con nota del 4 luglio 2003 prot. n.dps/ssn/0028552.

Un secondo elenco delle opere di competenza statale è stato diffuso dal dipartimento della protezione civile con nota del 2 ottobre 2003 n. dpc/vc/8842686. tale elenco, pur con qualche precisazione, non differisce di molto da quello precedentemente predisposto.

1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

EDIFICI

- a) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (*)
- b) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (*)
- c) Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (*)
- d) Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (*)
- e) Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc)
- f) Centri funzionali di protezione civile
- g) Edifici ed opere individuate nei piano di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h) Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o di dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
- i) Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (**)
- j) Centrali operative 118

2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

EDIFICI

- a) Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori



- b) Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere
 - c) Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento di Protezione Civile, n.3685 del 21 ottobre 2003
 - d) Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)
 - e) Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (***) suscettibili di grande affollamento
- (*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza
- (**) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza
- (***) Il centro commerciale viene definito (D.Lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.)

OPERE INFRASTRUTTURALI

- a) Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali
- b) Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)
- c) Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- d) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- e) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotto, gasdotti, ecc.)
- f) Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- g) Strutture non di competenza statale connesse con servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)
- h) Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotto insalubri e/o pericolosi
- i) Opere di ritenuta di competenza regionale



In termini di valori di V_s , da utilizzare nella procedura di 2° livello si è fatto riferimento alla tabella sotto riportata, estratta dall'allegato 5 della DGR n. 8/1566 del 22/12/2005 e DGR n. 8/7374 del 28/05/2008.

DATI	ATTENDIBILITA'	TIPOLOGIA
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (V_s)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi

3^ LIVELLO

Il III° livello definisce gli effetti di amplificazione attraverso indagini più approfondite, dirette ed indirette; si applica in fase progettuale sulla base di differenti casistiche e, come anticipato, qualora la determinazione del fattore di amplificazione ricavato con il II° livello all'interno degli scenari PSL si dimostri inadeguato nei confronti dei parametri stabiliti a livello nazionale. L'analisi di III° livello si applica in fase progettuale nelle zone PSL individuate come Z1, Z2, Z5 per edifici strategici e rilevanti e negli scenari Z3a e Z3b nel caso si prevedano strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra 5 e 15 piani. Il III° livello è anche obbligatorio nel caso di progetto di costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e

costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

Il terzo livello di analisi può essere sostituito dall'utilizzo dei parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ZONA SISMICA 3 nel caso del Comune di San Giorgio Lomellina).

CARTA DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'analisi sismica in adeguamento allo studio della componente geologica ai sensi della recente direttiva di applicazione, prevede l'elaborazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale, nello specifico redatta alla scala 1:10.000 (*Carta di caratterizzazione sismica*), che riporta le differenti situazioni litologiche e geomorfologiche riscontrate alla scala del territorio comunale, in grado di determinare effetti sismici locali, individuando quindi aree a pericolosità sismica locale (PSL).

La normativa cita che il 1° livello di approfondimento non comporta alcun aggiornamento della Carta di Sintesi, tantomeno variazioni delle classi stabilite nella Carta di Fattibilità geologica per le azioni di piano; quest'ultima dovrà tuttavia illustrare lo sviluppo areale delle zone di pericolosità sismica locale individuate. In aggiunta nelle Norme Attuative dello studio geologico dovranno essere recepite le prescrizioni in ordine agli interventi da effettuarsi nelle singole aree PSL individuate per le previsioni urbanistiche future.

Per la perimetrazione delle aree PSL in ambito comunale si è fatto espresso riferimento alle situazioni tipo individuate dalla Regione Lombardia elencate nella precedente tabella, con gli adattamenti del caso alle informazioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche utilizzate in fase di redazione delle carte di base dello studio geologico a supporto del PGT, integrate con dati derivanti da recenti indagini geotecniche.



Poiché l'analisi sismica ha come prima finalità l'individuazione delle problematiche inerenti l'interazione tra terreno e opere di fondazione-struttura in occasione di un terremoto di riferimento, ad esempio per l'effetto di amplificazioni sismiche, per l'attribuzione dei singoli scenari di pericolosità sono state considerate con maggior "peso" le caratteristiche litologiche dei terreni entro il cosiddetto "spessore di interesse geotecnico" alla luce della tipologia costruttiva più comune in ambito comunale (profondità di posa delle fondazioni, degli interrati, etc.), sempre considerando spessore delle coperture e regime della falda.

Fatto salvo quanto esposto, prove in sito effettuate dallo scrivente hanno permesso di verificare la non suscettibilità alla liquefazione dei terreni, considerando la magnitudo del sisma di riferimento auspicabile in ambito comunale, in ragione di uno stato di addensamento accertato dei medesimi in genere da moderatamente addensato ad addensato.

Tuttavia, poiché si tratta di indagini dirette di tipo puntuale, è comunque proponibile in fase di future previsioni urbanistiche che richiedano approfondimenti nell'ottica dell'analisi sismica, predisporre indagini finalizzate alla definizione del potenziale di liquefazione, basate su correlazioni di campagna tra misure in sito e valori critici dello sforzo ciclico di taglio, ricavate dalle procedure note in letteratura.

4. ZONAZIONE AI FINI EDIFICATORI

La suddivisione del territorio comunale ai fini edificatori è stata attuata seguendo un criterio di valutazione areale delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche ed ambientali riscontrate, avvalendosi dei dati litostratigrafici e geotecnici a disposizione; la zonazione così effettuata, è da ritenersi mediata fra le condizioni di fattibilità puramente geotecnica (caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione) e quelle idrogeologiche ed ambientali puntuali e dell'intorno considerato.



In sintesi, nella suddivisione sono state evidenziate quelle aree dove la presenza di condizioni ambientali di pregio limita fortemente l'applicazione di piani edificatori se non con provvedimenti atti a non interferire in modo sensibile con l'attuale assetto geomorfologico ed idrogeologico, a prescindere dalla possibile compatibilità geotecnica dei terreni di fondazione con le opere in progetto (classe 3 e 4).

Nelle restanti porzioni di territorio, che coincidono comunque con quelle già estesamente coinvolte nei fenomeni di urbanizzazione civile ed industriale, le limitazioni ai criteri di edificabilità prevedono solo l'individuazione preliminare delle locali configurazioni litostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni di fondazione, al fine di ottimizzare la scelta geometrica e tipologica degli elementi di fondazione.

CLASSE 2

Aree corrispondenti al nucleo storico urbano ed aree agricole limitrofe agli insediamenti principali, ove la presenza di locali condizioni limitative, rappresentate dalla presenza di terreni superficiali limoso-sabbiosi poco addensati con presenza di livelli comprimibili limoso-argillosi, rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geotecnico e idrogeologico, al fine di verificare le eventuali disomogeneità areali dei terreni di fondazione dei nuovi fabbricati e di identificare le corrette tipologie fondazionali adottabili in relazione all'entità dell'intervento, predisponendo quando necessario eventuali opere di bonifica e sistemazione che non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.

CLASSE 3

A) Aree agricole o incolte, nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni principalmente riconducibili all'assetto ambientale ed idrogeologico degli stessi; per la presenza di aree significative dal punto di vista paesaggistico (lombi residui di dossi alluvionali) che ospitano essenze vegetali autoctone e di pregio, intercalate a corsi d'acqua di derivazione da fontanili e che

nell'insieme, con le colture rotazionali praticate, costituiscono un geotopo caratteristico della zona. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante indagini geognostiche, prove in situ e di laboratorio, supportate da studi tematici specifici, in particolare idrogeologici, idraulici, ambientali e pedologici, per valutare la compatibilità delle nuove opere con l'assetto esistente, in modo da non modificare o interferire, se non a scopo migliorativo o integrativo con l'equilibrio idrogeologico esistente.

B) fasce di vincolo idrogeologico dei corsi d'acqua (R.D./1904).

I criteri che limitano gli interventi di edificabilità in queste aree sono stati definiti per la presenza di elementi morfologici ed idrogeologici la cui conservazione è da ritenersi prioritaria per il mantenimento dell'equilibrio ambientale esistente.

Entro i limiti della classe 3 andrebbero inclusi solo gli interventi edificatori integrati con il paesaggio circostante, comprese le opere di riqualificazione ambientale volte alla fruizione degli spazi da parte della comunità, oppure i fabbricati rurali necessari allo sviluppo delle attività agricole, purchè definiti da una qualità architettonica consona all'assetto paesaggistico del territorio, evitando tipologie che creino situazioni di impatto visivo sgradevoli o implicino la posa di infrastrutture e servizi voluminosi (tralicci, strade) o che interferiscano con la situazione idrogeologica attuale (immissione di scarichi entro i corsi d'acqua o nel sistema di recapito ad essi collegati).

Fra le attività possibili non si esclude la creazione di ambiti estrattivi, purchè finalizzati alla creazione di quegli ambienti acquatici e palustri rinverditi che richiamino il paesaggio fluviale originario e costituiscano al tempo stesso un'area di svago e ricreazione.

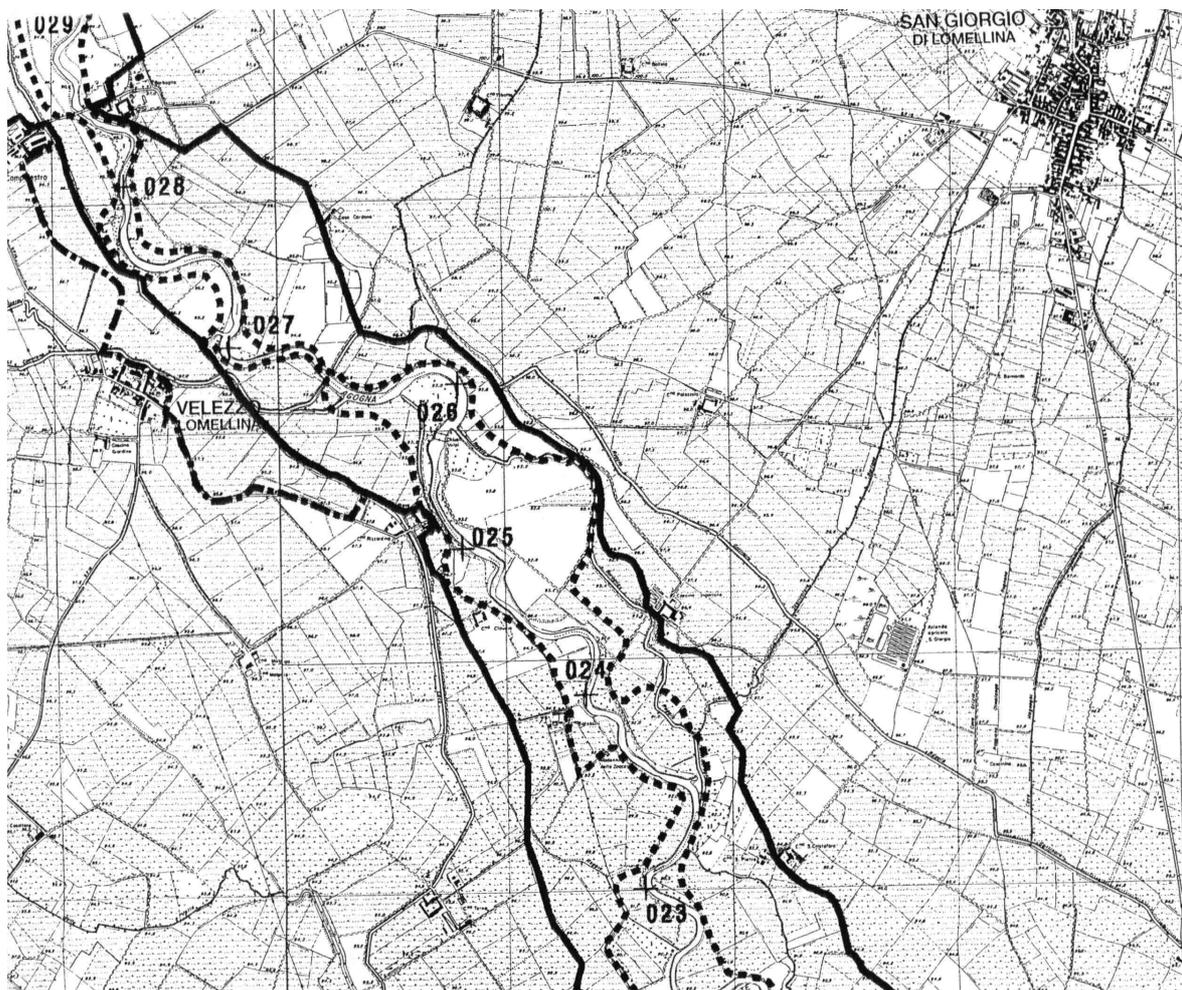
La realizzazione di strade dovrà essere accompagnata da un progetto che evidenzi la compatibilità geotecnica e idrogeologica dell'intervento ed illustri le prospettive di impatto ambientale e le opere preposte alla mitigazione delle potenziali fonti di inquinamento, visivo ed acustico.



CLASSE 4

Aree ove dovrà essere esclusa qualsiasi nuova opera di edificazione, che comprendono le zone di esondazione potenziale dei torrenti Agogna ed Arbogna. Entro questi ambiti potranno essere realizzati interventi volti al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica dei siti; non sono precluse le attività estrattive e di bonifica agraria, comunque volte ad un miglioramento complessivo della situazione idrogeologica del tratto di bacino, mediante l'ampliamento della potenziale cassa di espansione di piena con arretramenti di terrazzo, mentre per gli edifici esistenti saranno consentiti interventi così come definiti dalla L.R. 12/57. L'eventuale realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e temporanea di persone dovrà essere valutata puntualmente dall'autorità Comunale, previa presentazione di studio geologico e geotecnico che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Per la definizione dell'estensione della classe 4 presso il corso del torrente Agogna ci si è avvalsi, oltre che dei rilievi eseguiti puntualmente, anche dei limiti di vincolo esistenti, con riferimento particolare alle norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), di cui si riporta l'estratto cartografico relativo al Comune di San Giorgio Lomellina.



La linea tratteggiata indica la fascia di deflusso della piena (**FASCIA A**), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0,4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali).

La linea continua delimita la **FASCIA B**, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo.

Anche in questo caso è assunta come portata di riferimento la piena con T_r di 200 anni; il limite della fascia si estende sino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati dei rilievi e degli studi eseguiti hanno prodotto una valutazione di insieme del territorio comunale basata sulle peculiarità morfologiche, idrogeologiche e geotecniche in relazione alle attività antropiche, agricole e di insediamento; gli elementi sintetizzati forniscono in tal modo una visione generale finalizzata alla comprensione dello stato di fatto in prospettiva di uno sviluppo e di uno sfruttamento del territorio razionale ed organico.

Dalla cartografia allegata emerge in primo luogo la configurazione della capacità d'uso dei suoli secondo una suddivisione che delimita due ambiti coincidenti con le classi di vulnerabilità descritte nella carta idrogeologica: il primo, relativo alle aree fluviali principali è caratterizzato dalla presenza di suoli sottili o assenti, a tessitura grossolana e bassa capacità protettiva che, data la notevole permeabilità, restringono l'ambito delle colture praticabili mentre quelle irrigue (riso) richiedono l'impiego di particolari pratiche conservative che consistono nel costipamento del terreno; il secondo ambito, corrisponde alle zone dove i suoli registrano un maggiore spessore e, pur presentando una moderata capacità protettiva nei confronti del percolato inquinante, sono dotati generalmente di scarsa fertilità chimica che limita la scelta delle tipologie agricole praticabi-



li; entro queste, limitati settori corrispondono a quelle aree a drenaggio molto lento o impedito, con presenza di acqua entro il primo metro di profondità.

Per quanto concerne la situazione geomorfologica complessiva, pur nel contesto di inquadramento di una superficie generalmente pianeggiante o sub - pianeggiante, la suddivisione operata nell'allegato cartografico evidenzia le aree di particolare interesse ambientale, così come definite al capitolo precedente e corrispondenti a quegli ambiti dove l'edificabilità è sottoposta a consistenti restrizioni (Classe 3).

La cartografia mette inoltre in risalto un altro aspetto fondamentale di definizione del territorio, cioè le potenziali aree esondabili dei corsi d'acqua maggiori (torrenti Agogna ed Arbogna) e l'apporto di alimentazione fornito da alcuni corsi d'acqua alla falda freatica, operato tramite i periodici mutamenti di invaso necessari per garantire gli adacquamenti ad uso irriguo.

Dal punto di vista prettamente geotecnico, non sono ipotizzabili nelle zone non indagate direttamente particolari condizioni limitative per la realizzazione di nuove costruzioni; la presenza infatti di terreni superficiali a componente essenzialmente sabbiosa consente generalmente l'applicazione di fondazioni dirette, benché vadano costantemente verificate le condizioni geomeccaniche in modo puntuale attraverso una campagna di indagini geognostica preliminare al fine di stabilire la capacità portante ammissibile dei terreni di fondazione e le relative interazioni con le strutture.

Le restrizioni saranno pertanto a applicarsi in relazione al contesto morfologico e ambientale di inserimento, con riguardo alla localizzazione del livello freatico riferito alle oscillazioni estreme constatato attraverso i piezometri predisposti.

Oltre a quelle citate dalla carta emergono i limiti secondo i termini di legge imposti dalle infrastrutture riassumibili nel modo seguente:

- fascia di rispetto per l'impianto di depurazione acque ;
- fascia di rispetto cimiteriale;
- fascia di rispetto idrogeologica per i corsi d'acqua superficiali;
- fascia di tutela dei corsi d'acqua del reticolo principale (ex L: 431/85);
- fascia di rispetto e di tutela assoluta per i pozzi ad uso idropotabile.

Riguardo a quest' ultima si rammenta come l'eventuale impianto di nuove opere di captazione dovrà non solo essere preceduto da apposita indagine idrogeologica, ma da

adeguate prove tecniche di portata, al fine di stabilire l'interferenza del cono di depressione con altre opere di captazione ed in generale con l'acquifero di emungimento. Dall'esame complessivo della tavola per le classi di fattibilità di piano e da quella di sintesi, per lo sfruttamento complessivo del territorio emergono alcune chiare indicazioni, che circoscrivono le zone di espansione senza o con modeste limitazioni alle aree ove già insistono gli insediamenti produttivi e civili o contigue a queste, benché anche in questi ambiti ogni progetto andrà studiato puntualmente, in senso geotecnico e di impatto ambientale, in relazione al contesto di inserimento.

Per le rimanenti porzioni di territorio, è invece consigliabile il mantenimento dell'attuale uso agricolo o il miglioramento dello stesso mediante la progettazione di infrastrutture che consentano la fruizione di spazi naturali di pregio al pubblico, valorizzando alcune aree come quelle limitrofe ai fontanili o dei lembi residui dei dossi, e contribuendo alla salvaguardia delle acque e delle macchie arboree pregiate.

Voghera, dicembre 2011

Dott. Geol. Luca Giorgi

Iscr. Ordine Geologi della Lombardia n° 814

