Comune di SORDIO
Provincia di LODI

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO:
STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12
D.G.R. 30 novembre 2011, n. 9/2616

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Gennaio 2013

dott. Marco Daguati

GEOLOGO

via A. Diaz, 22 – 26845 Codogno (Lo)
tel e fax 0377.433021 – portatile 335.6785021
e-mail: marco.daguati@geolambda.it

SOMMARIO

OBIETTIVI e METODO DI STUDIO 3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE 5
INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO 8
INDAGINE DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA E PEDOLOGICA 10
Caratterizzazione litologica 10
Caratterizzazione pedologica 11
RETICOLO IDRICO 13
IDROGEOLOGIA 15
Caratteristiche idrogeologiche generali 15
Caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale 18
Censimento e catalogazione dei pozzi 23
Indagine piezometrica 23
Vulnerabilità degli acquiferi 25
PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE 29
Zonazione sismica nazionale ed inquadramento del territorio di Sordio 29
Descrizione della sismicità 34
Pericolosità sismica 39
CARTA DI SINTESI 45
CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI 46
Allegato 1 – INFORMAZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE PUNTUALI 47
Allegato 2 - STRATIGRAFIA DEL POZZO ACQUEDOTTISTICO 50
Allegato 3 - ELENCO DEI POZZI CENSITI SUL TERRITORIO COMUNALE 53

TAVOLE ALLEGATE

- ***Tavola 1:*** Carta geologica, geomorfologica, pedologica e di prima caratterizzazione litotecnica
- ***Tavola 2:*** Carta del reticolo idrico
- ***Tavola 3:*** Carta idrogeologica
- ***Tavola 4:*** Carta degli scenari di pericolosità sismica locale
- ***Tavola 5:*** Carta di sintesi
- ***Tavola 6:*** Carta dei vincoli geologici
- ***Tavola 7*****:** Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano (scala 1:5.000)

OBIETTIVI e METODO DI STUDIO

Il presente studio, sviluppato in sintonia con quanto disposto dalla vigente disciplina regionale, risulta "adattato" alle esigenze e peculiarità del territorio comunale di Sordio. Sin dall'inizio, infatti, gli sforzi e le attenzioni sono state concentrate sulle problematiche salienti di questo lembo di pianura, quali l'assetto morfologico ed idrogeologico, la vulnerabilità degli acquiferi, la caratterizzazione litotecnica dei depositi naturali, nonché la tutela e la salvaguardia delle emergenze naturali.
Secondo quanto previsto dalla disciplina regionale, lo studio è stato articolato in tre fasi:

- La prima fase (o fase di analisi) si è concretizzata con la raccolta dei dati bibliografici e delle informazioni territoriali necessarie alla definizione delle principali caratteristiche geologiche, litologiche, geomorfologiche, sismiche, idrogeologiche ed idrografiche del territorio.
Durante la fase di analisi è stata prodotta la cartografia di base e di inquadramento (scala 1:10.000) costituita dalla Carta geologica, geomorfologica, pedologica e di prima caratterizzazione litotecnica (Tavola 1), dalla Carta del Reticolo Idrico (Tavola 2) e dalla Carta Idrogeologica (Tavola 3). In questa fase è stata analizzata anche la sismicità del territorio e prodotta, quale elaborato sintetico, la Carta della pericolosità sismica locale (Tavola 4).

- Durante la seconda fase sono stati interpretati e correlati i dati raccolti in precedenza con l'obiettivo di formulare proposte attraverso una lettura del territorio in chiave sia geologico-ambientale, sia delle vocazioni d'uso. A tale scopo è stata prodotta la Carta di Sintesi (Tavola 5) e la Carta dei Vincoli Geologici (Tavola 6) (entrambe alla scala 1:10.000), nelle quali vengono evidenziati gli aspetti più significativi emersi dalla fase di analisi e gli elementi normativi vincolanti sotto il profilo geologico. Lo scopo della cartografia è quello di definire le limitazioni d'uso e proporre una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologica e geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

- Quale strumento finale vengono proposte le Norme Geologiche di Attuazione e la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano (Tavola 7), alla quale viene allegata una tabella

riassuntiva degli elementi limitanti per ciascuna classe di fattibilità. L'elaborato è stato redatto in scala 1:5.000 su carta derivata da rilievo aerofotogrammetrico.

L'intero studio, infine, viene illustrato dal presente rapporto finale nel quale, oltre a descrivere il metodo seguito, viene dato spazio al commento dei diversi elaborati prodotti, motivando la classificazione proposta.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

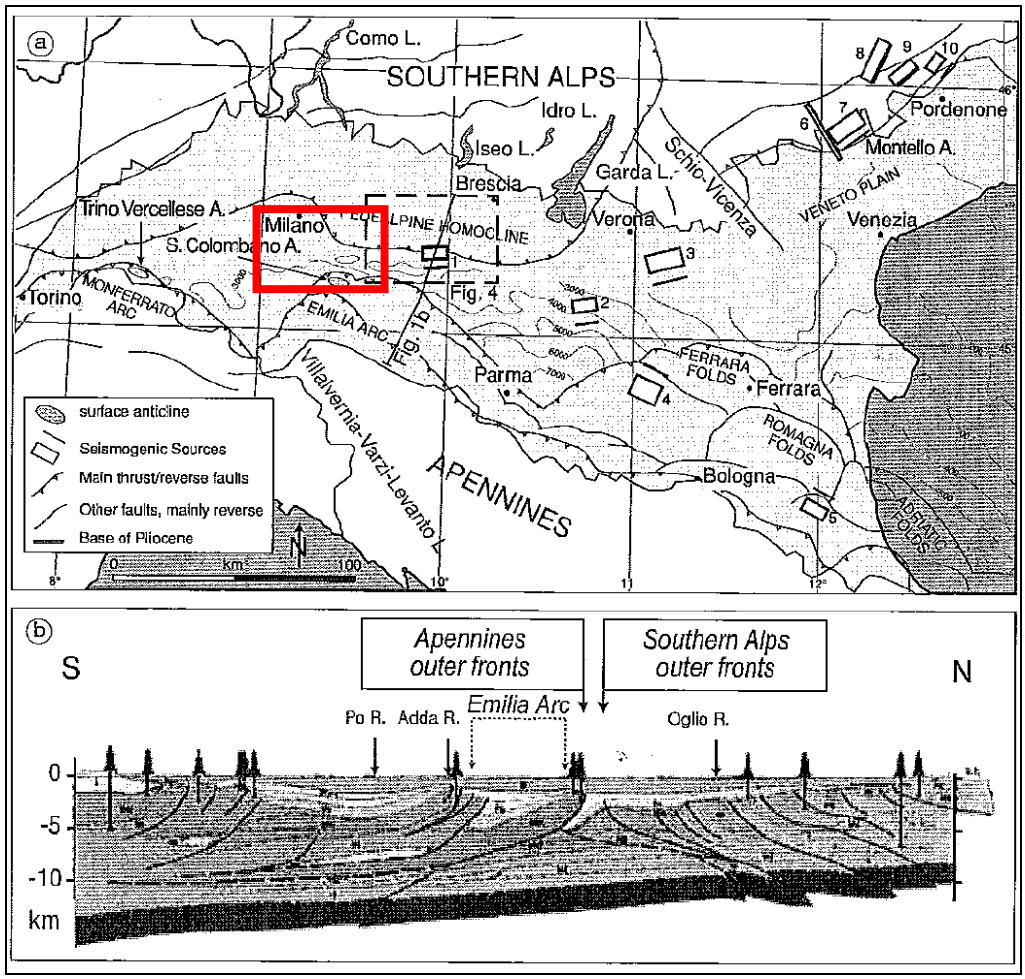
Il territorio in questione si inserisce nelle ampie strutture regionali della pianura: nel raggio di alcuni chilometri affiorano solo depositi continentali di origine fluviale e fluvioglaciale che, in questa zona, sono caratterizzati da condizioni di giacitura decisamente uniformi.

Al di sotto dei depositi continentali affioranti nell'ambito di indagine (che presentano spessori di diverse centinaia di metri), si sviluppa un basamento di origine marina per il quale le prospezioni geofisiche, eseguite a scopo di ricerca petrolifera, hanno permesso di rilevare una situazione strutturale complessa e non priva di significato neotettonico.

In linea generale, l'evoluzione geologica del substrato della Pianura Padana deriva dalla convergenza della placca Africana e di quella Europea: sin dal tardo Cretacico, la Pianura Padana ha rappresentato la parte frontale di due catene di opposta convergenza: l'Appennino settentrionale (N-vergente) e le Alpi meridionali (S-vergenti).

Studi sulla base della sequenza plio-quaternaria nella porzione centrale e meridionale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1981) mostrano lo sviluppo di tre grandi archi costituiti da thrust ciechi N-vergenti che costituiscono il fronte più avanzato della struttura appenninica settentrionale: l'Arco del Monferrato (Elter e Pertusati, 1973), l'Arco Emiliano e l'Arco Ferrarese-Romagnolo. Nella porzione centro-settentrionale della pianura, invece, il fronte esterno della catena Sud-Alpina si presenta come una serie di thrust embriciati sviluppati nella monoclinale pede-alpina immergente verso S.

Sebbene la definitiva strutturazione del substrato sepolto venga tradizionalmente associata a una fase tettonica pliocenica media-inferiore (databile dalla discordanza esistente tra i sedimenti plio-pleistocenici marini ed il substrato più antico), è opinione sempre più diffusa che i depositi alluvionali quaternari siano stati coinvolti in fasi neotettoniche, condizionando così anche la morfogenesi più recente (Braga et al., 1976; Pieri e Groppi, 1981; Burrato et. al., 2003).



Schema tettonico del substrato della Pianura Padana
("Pieri and Groppi, 1981" in "Burrato et al.", 2003)

A sostegno di questo fatto, molti Autori indicano sia gli affioramenti di sedimenti pre-würmiani che emergono sul "Livello Fondamentale della Pianura" in prossimità degli assi di alcune strutture positive del substrato, sia alcune sintomatiche "anomalie" che si manifestano in taluni tratti dei principali corsi d'acqua.

Nonostante ciò, non si rilevano concrete situazioni di rischio derivanti da sismi di superficie; l'ambito comunale, infatti, risulta classificato, secondo la recente normativa (Ordinanza del Pres. Cons. Ministri n. 3274 del 20.03.2003), come zona 4. A tal proposito va considerato come anche nelle aree sismicamente più attive della penisola italiana, i tempi di ritorno per i grandi terremoti siano superiori a 1000 anni, mentre l'attuale catalogo storico dei terremoti (considerato completo per eventi di magnitudo superiore a 5.5 solo dopo il 17° secolo) potrebbe non coprire adeguatamente il ciclo sismico della maggior parte delle aree sismogenetiche padane. Tuttavia, il confronto tra le deformazioni verticali a lungo termine (a partire dal Pleistocene superiore) e quelle a breve termine, calcolato utilizzando correlazioni

geomorfologiche e misure geodetiche (De Martini et al., 1998), dimostra come per molti dei thrust attivi una buona parte dell'energia venga rilasciata in modo asismico: tale fattore giustificherebbe comunque l'attività neotettonica e il condizionamento della sedimentazione e dei lineamenti morfologici di superficie (Burrato et al., 2003), pur riducendo il rischio sismico a cui è esposta la Pianura Padana.

INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

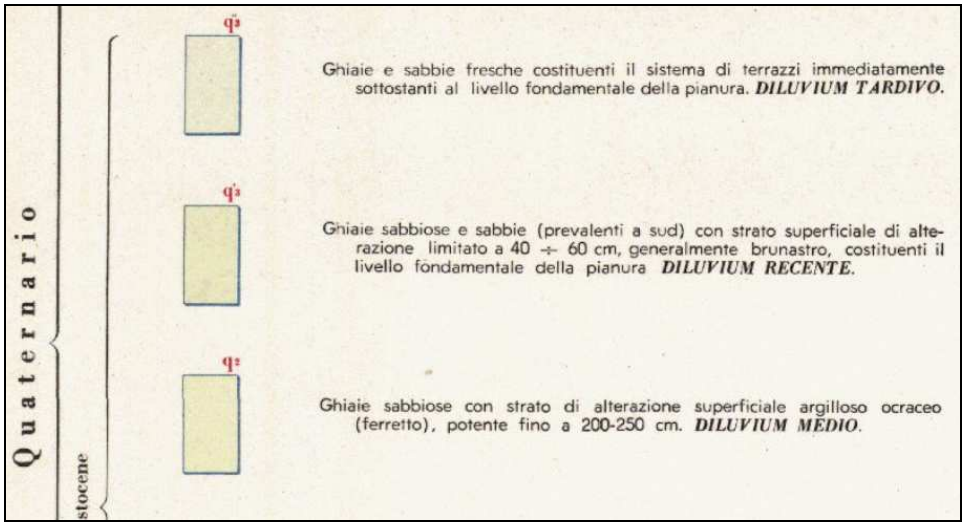
Come evidenziato dalla cartografia geologica ufficiale (Carta Geologica della Lombardia alla scala 1:250.000 e Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, di cui si allega uno stralcio nella figura seguente), il territorio comunale di Sordio è interamente modellato nelle alluvioni del ***Fluvioglaciale Wurm (Pleistocene superiore)***; secondo gli Autori della Carta Geologica d'Italia (successivamente confermato dalle indagini in sito), si tratta di depositi sabbiosi, con lenti limose e sottili livelli ghiaiosi e con strato di alterazione superficiale di debole spessore, generalmente brunastro.

La superficie modellata nei depositi tardo-pleistocenici che ne deriva, nota in letteratura con il nome di "Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.)" o "Piano Generale Terrazzato (P.G.T.)", costituisce l'unità morfologica a maggior diffusione nella pianura lodigiana e si presenta come un ripiano sub-pianeggiante con debole pendenze verso quadranti meridionali, caratterizzato da una significativa omogeneità morfologica. Non più interessato dall'idrografia principale e segnato da tracce di idrografia abbandonata, il Livello Fondamentale della Pianura rappresenta una forma non attiva: i processi che produssero la formazione di questa superficie sono indubbiamente polifasici e il corpo sedimentario è attribuibile a più eventi. La superficie continua ed arealmente estesa del Livello Fondamentale della Pianura testimonia l'arresto di ogni fase di aggradazione fluviale su di essa, verificatosi un momento prima dell'instaurarsi di condizioni fortemente erosive negli affluenti di sinistra del Po: quest'ultimi, infatti, scorrono entro larghe valli incassate, occupandone spesso una porzione estremamente ridotta. Basta spostarsi di pochi chilometri verso occidente rispetto al territorio comunale di Sordio per individuare le scarpate che delineano la valle fluviale del Lambro.

Per un corretto inquadramento delle unità stratigrafiche e geomorfologiche affioranti in un intorno significativamente più ampio del semplice territorio comunale, di seguito viene allegato uno stralcio della Carta Geologica d'Italia.

CARTA GEOLOGICA

Tratto da "Carta Geologica d'Italia"- scala 1:100.000 (modificata)



INDAGINE DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA E PEDOLOGICA

Caratterizzazione litologica

La natura litologica dei terreni affioranti è stata definita innanzitutto attraverso una serie di dati stratigrafici e geotecnici che hanno consentito di trarre considerazioni sui primi metri di suolo e sottosuolo. Tutti i dati disponibili (ubicati in Tavola 1) sono poi stati oggetto di un'attenta revisione critica durante il processo di interpretazione, correlando fra loro anche le informazioni disponibili nell'archivio comunale e in letteratura.
La finalità dell'indagine è stata anche quella di classificare i depositi più superficiali secondo intervalli di permeabilità, necessari per le successive valutazioni sulla vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale.
Le informazioni così acquisite hanno consentito una prima caratterizzazione litotecnica dei depositi naturali, derivate da una prima e fondamentale distinzione fra terreni granulari incoerenti (resistenza al taglio caratterizzata dal solo angolo di attrito) e terreni fini (resistenza al taglio caratterizzata soprattutto dall'esistenza di legami coesivi).
In questo modo sono state definite le seguenti unità:

UNITA' 1 – Depositi granulari (sabbie prevalenti) con discontinue coperture limose generalmente limitate al primo metro di profondità - Classificazione U.S.C.S.: ML, SM, SW prevalenti.

UNITA' 2 – Facies molto simile alla precedente da cui differisce per la presenza di coperture limo-argillose più diffuse e di spessore maggiore (2-3 m) - Classificazione U.S.C.S.: CL, ML a copertura di SM, SW – Area di affioramento: limitate aree ubicate nella porzione N-orientale e all'estremità meridionale del territorio comunale.

Sulla base dell'indagine eseguita non si riconoscono aree con significative limitazioni di natura geotecnica. Va comunque precisato che lo studio di prima caratterizzazione ha una funzione di supporto alla pianificazione generale, il cui scopo è quello di definire solo le linee fondamentali dell'assetto territoriale: come tali, le informazioni sopra esposte non possono

essere considerate esaustive di tutte le problematiche geologico-tecniche e, soprattutto, non possono essere utilizzate per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale (ove potrebbero verificarsi anomalie rispetto ai modelli proposti). Nella progettazione di qualsiasi struttura (opere di fondazione, infrastrutture ecc.), pertanto, sarà necessario eseguire specifiche indagini volte a definire il quadro geologico e geotecnico locale, così come previsto dalla normativa vigente.

Caratterizzazione pedologica

Nella cartografia di Tavola 2 è stata rappresentata la distribuzione areale delle classi pedologiche tratte dal "Progetto Carta Pedologica – I SUOLI DEL LODIGIANO (ERSAL, 2000)": in questo modo è stato possibile associare, ad aspetti puramente litologici, anche indicazioni relative allo sviluppo e alle caratteristiche dei suoli presenti nel territorio comunale.
Una prima classificazione è stata compiuta alla scala delle unità di paesaggio (o morfologiche), operando una distinzione tra:

1. Il Sistema del Livello Fondamentale della Pianura, ove si sviluppano suoli da poco profondi a molto profondi, con substrato generalmente sabbioso, localmente limoso e limo-argilloso, a tessitura da media a moderatamente grossolana e capacità di drenaggio da mediocre (talvolta lenta) a buona.
2. Il Sistema della valle alluvionale di corsi d'acqua attivi o fossili (paleo alveo del cavetto Sillaro), dove i suoli si presentano da sottili a poco profondi, con substrato sabbioso, tessitura da media a moderatamente grossolana e capacità di drenaggio da molto lenta a mediocre.

Nella tabella che segue sono riportati i criteri di classificazione utilizzati per la descrizione dei suoli nella legenda della Tavola 2.

Profondità (cm)

0 - 25	molto sottili
25 - 50	sottili
50 - 100	moderatamente profondi
100 - 150	profondi
> 150	molto profondi

Scheletro (%)

<1	assente
1 - 5	scarso
5 - 15	comune
15 - 35	frequente
35 - 70	abbondante
>70	molto abbondante

Carbonati totali (%)

< 0.5	non calcareo
0.5 -5	scarsamente calcareo
5 - 10	moderatamente calcareo
10 - 20	calcareo
> 20	molto calcareo

Pietrosità superficiale
(utile all'approfondimento radicale)

< 0,1 %	scarsa o nulla
0,1 - 3 %	moderata
3 - 15 %	comune
15 - 50 %	elevata
> 50 %	eccessiva

Dimensione pietre

Ø < 7,5 cm	piccole
Ø 7,5 - 25 cm	medie
Ø > 25 cm	grandi

Saturazione (TSB) (%)

<35	molto bassa
35 - 49	bassa
50 - 75	media
>75	alta

Reazione

<4.5	molto acida
4.5 - 5.5	acida
5.6 - 6.5	subacida
6.6 - 7.3	neutra
7.4 - 7.8	subalcalina
7.9 - 8.4	alcalina
8.5 - 9.0	molto alcalina
>9.0	estremamente alcalina

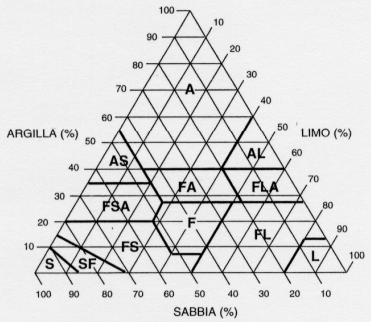
Pendenza (%)

<2	nulla o debole
2 - 5	bassa
5 - 15	moderata
15 - 25	moderatamente elevata
25 - 45	elevata
45 - 75	molto elevata
>75	estremamente elevata

Capacità di scambio cationico (CSC) (meq/g)

< 10	bassa
10 - 20	media
20 - 30	elevata
> 30	molto elevata

Tessitura



S e SF	grossolana
FS grossolana e fine	moderatamente grossolana
FS m. fine, F, FL, L	media
FSA, FA, FLA	moderatamente fine
A, AS, AL	fine

Drenaggio

Rapido: l'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente; presenza di falda o falda sospesa rara o molto profonda, tessitura comunemente grossolana e permeabilità elevata; suoli in pendenza molto sottili.

Moderatamente rapido: l'acqua è rimossa dal suolo rapidamente; presenza di falda o falda sospesa rara o molto profonda, tessitura comunemente grossolana e permeabilità moderatamente elevata; suoli in pendenza e sottili.

Buono: l'acqua è rimossa prontamente dal suolo, ma non rapidamente; falda o falda sospesa profonda se transitoria o molto profonda se da transitoria a permanente; permeabilità moderata. Durante la stagione di crescita l'acqua facilmente disponibile non è mai in difetto ed eventuali brevi periodi di surplus di bilancio idrico non inibiscono in modo significativo la crescita delle radici. I suoli sono generalmente privi di caratteri redossimorfici che possono eventualmente manifestarsi oltre il metro di profondità.

Mediocre: in alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo piuttosto lentamente; falda o falda sospesa moderatamente profonda se transitoria, o profonda se da transitoria a permanente; permeabilità moderatamente bassa o più bassa in uno strato entro il metro di profondità; clima umido caratterizzato da periodiche forti precipitazioni.

Lento: l'acqua è rimossa lentamente dal suolo il quale è periodicamente bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita; falda o falda sospesa poco profonda se transitoria, o moderatamente profonda se da transitoria a permanente; permeabilità bassa o molto bassa; apporti idrici quasi continui.

Molto lento: l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita; falda o falda sospesa persistente poco profonda o superficiale, eventualmente transitoria; permeabilità bassa o molto bassa; apporti idrici quasi continui.

Impedito: l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita; falda o falda sospesa superficiale persistente o permanente; giacitura depressa concava e priva di drenaggio esterno; elevati apporti idrici praticamente continui, associati anche a suoli in pendenza.

RETICOLO IDRICO

Per effetto dell'art. 1 della L. 36/94 e del successivo regolamento di applicazione (DPR 238/99), il concetto di acqua pubblica è stato innovato rispetto al vecchio T.U. n. 1775/1933, introducendo nell'ordinamento il principio di pubblicità di tutte le acque superficiali e sotterranee. La L.R. 1/2000, in attuazione del D.Lgs. n. 112/98, ha previsto l'obbligo per la Regione di individuare il reticolo principale sul quale la Regione stessa continuerà a svolgere le funzioni di polizia idraulica (ex R.D. n. 523/1904), trasferendo ai comuni o ai consorzi le competenze sul reticolo idrico minore e su quello di bonifica.

Nel corso del presente lavoro, sulla base della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e s.m.i., viste le dirette conseguenze urbanistiche derivanti dall'applicazione della norma di pubblicità di tutto il reticolato idrografico (principale e minore), il Comune di Sordio ha affidato allo scrivente il compito di predisporre gli elaborati tecnici e cartografici richiesti dalla specifica normativa della Regione Lombardia.

Nella Carta del Reticolo Idrografico di Tavola 3, estratta dallo specifico studio, è stato individuato l'intero reticolato idrografico definito sulla base dei criteri disposti dalla D.G.R. n. 9/2762/2011, sinteticamente definito (in funzione della relativa competenza) nei seguenti elenchi:

Elenco 1 ***RETICOLO PRINCIPALE*** ***di COMPETENZA DELLA REGIONE LOMBARDIA*** ***(allegato A della DGRL 01.10.2008 n. 8/8127)***	
Codice	**Denominazione**
---	ASSENTE

Elenco 2 ***RETICOLO IDRICO*** ***di COMPETENZA DEL CONSORZIO MUZZA-BASSA LODIGIANA*** ***(DGRL 11.02.2005 n. 7/20552)***	
Codice	**Denominazione**
SE025	Bolletta Ospitala Nord
SE023	Camola Frata Vecchia

SE027	Leccama Maiocca
SE046	Muzzino San Pietro Ramo Astesana
SE045A	Muzzino San Pietro Ramo Badia
SE026	Ospedalino

Elenco 3 ***RETICOLO MINORE di COMPETENZA DEL COMUNE DI SORDIO***	
Codice	**Denominazione**
SOR01	Roggia Boienta
SOR02	Roggia Maioccetta

Sulla cartografia è stato evidenziato anche il Cavo Marocco, canale al servizio di una grande derivazioni idrica: non facendo parte del reticolo idrico (principale, minore e di bonifica), il canale resta di titolarità del concessionario della derivazione idrica (a norma del T.U. n. 1775/1933) e su di esso non si applicano le funzioni di polizia idraulica previste dal R.D. 523/1904 e/o del R.D. 368/1904.

Elenco 4   ***CANALI AL SERVIZIO DI DERIVAZIONI IDRICHE***
Denominazione
Cavo Marocco

IDROGEOLOGIA

Caratteristiche idrogeologiche generali

Come accennato in precedenza, la geologia del sottosuolo comprende notevoli variazioni laterali e verticali in funzione degli eventi neotettonici e sedimentari che hanno coinvolto l'area nel Quaternario.

La successione idrogeologica a scala regionale è definita, sulla base dei dati di cui si dispone, da tre unità ben distinte anche se non sempre individuabili altrettanto chiaramente.

Dalla più superficiale alla più profonda le unità affioranti sono le seguenti:

- Unità ghiaioso-sabbiosa: è costituita nella parte più settentrionale del territorio padano dalle formazioni moreniche, sfumanti verso sud alle coltri fluvio-glaciali e fluviali recenti. Questa unità è costituita da depositi alluvionali (recenti ed antichi) e da quelli fluvioglaciali wurmiani, in cui le frazioni limose e argillose risultano più limitate. Essa rappresenta la litozona più superficiale con ambiente di sedimentazione tipicamente continentale, fluviale e fluvio-glaciale. E' costituita da granulometrie progressivamente più fini da N a S; il colore dei sedimenti fini denota condizioni ossidanti tipiche di un ambiente di sedimentazione sub-aereo. L'Unità ghiaioso-sabbiosa è la sede della struttura idrica più importante e tradizionalmente utilizzata in quanto caratterizzata da valori di trasmissività molto elevati. L'elevata permeabilità consente la ricarica dell'acquifero da parte delle acque meteoriche e di quelle di infiltrazione da corsi d'acqua o canali artificiali; la conducibilità idraulica che caratterizza questa unità è compresa tra valori di 10^{-3} e 10^{-4} m/s mentre la trasmissività è, in linea generale, superiore a 10^{-2} m^2/s.
- Unità sabbioso-argillosa: sottostante alla litozona ghiaioso-sabbiosa, è da questa separata da un contatto graduale e di difficile ubicazione. E' suddivisibile in due sub-unità, la prima costituita da argille, limi e sabbie con frequenti livelli torbosi o lignitosi e caratteristica di ambienti fluvio-palustri, la seconda indica invece condizioni marine costiere ed è costituita da alternanze di ghiaie e sabbie con argille e limi. Ovviamente la permeabilità è molto variabile nelle due sub-unità in funzione delle differenze granulometriche. Trattandosi di litotipi a granulometria estremamente fine, i valori di conducibilità idraulica sono piuttosto bassi e dell'ordine di 10^{-5} – 10^{-6} m/s nei livelli più produttivi; anche la trasmissività risulta mediocre ed in genere inferiore a 10^{-3} m^2/s. Per quanto riguarda le acque sotterranee, questa unità rappresenta il substrato dell'acquifero tradizionale; l'acqua è contenuta in livelli

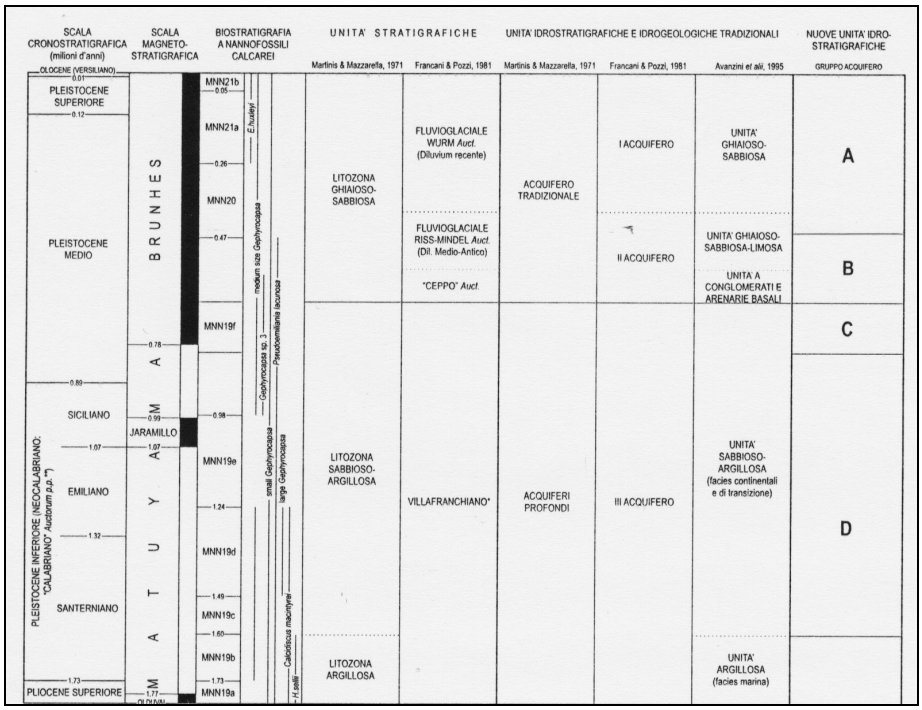
sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi; si tratta principalmente di falde confinate con presenza talora di sostanze tipiche di ambiente riducente.

- Unità argillosa: è l'unità più profonda e più antica nell'ambito dei sedimenti quaternari e corrisponde a condizioni di sedimentazione tipicamente marine. Presenta permeabilità scarsa o nulla con rari livelli acquiferi; viene generalmente considerata il substrato idrogeologico delle unità soggette ad eventuali captazioni.

L'intera successione quaternaria, dunque, viene interpretata come fase terminale del progressivo riempimento del bacino padano, con condizioni di sedimentazione da marine a continentali.

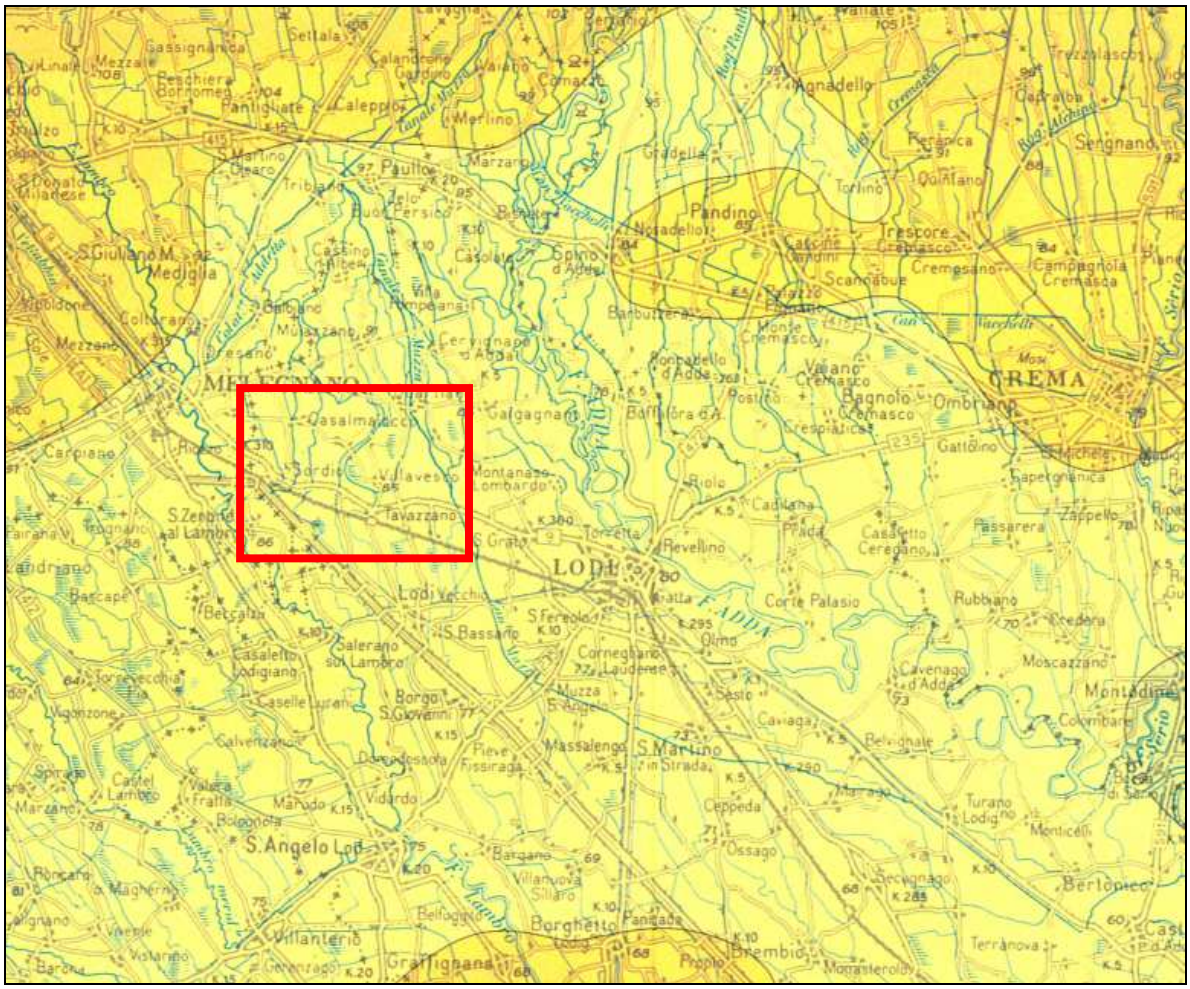
Sulla scorta di tale osservazione ed applicando i criteri della "*Sequence Stratigraphy*", la Regione Lombardia, in collaborazione con ENI (Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia, 2002), ha recentemente classificato le unità acquifere del sottosuolo sotto forma di "Sequenze Deposizionali" (sensu Mitchum et Al., 1977).

Il bacino padano viene così ridefinito in nuove Unità Idrostratigrafiche ("Gruppi Acquiferi"), secondo quanto schematizzato di seguito.

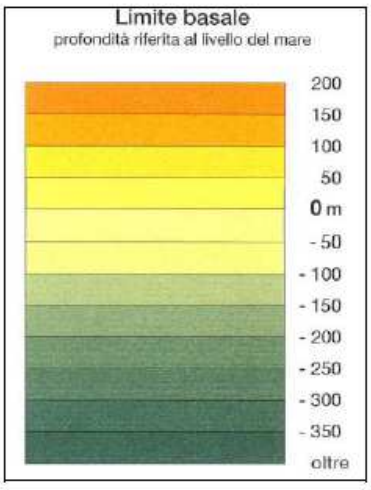


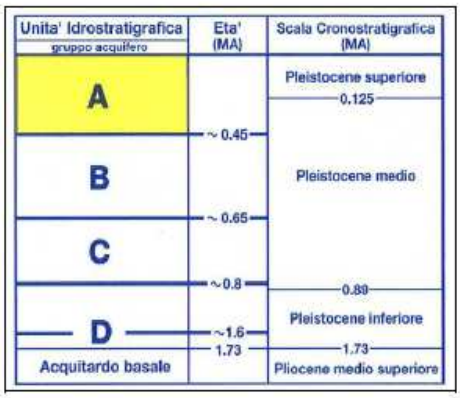
Schema dei rapporti stratigrafici
(Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia, 2002)

In corrispondenza del Comune di Sordio, lo studio sopra citato indica, per la base del Gruppo Acquifero A, una quota media di circa 0 m. s.l.m..



Profondità del limite basale del Gruppo Acquifero "A"
(Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia, 2002)





Caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale

Nell'ambito di tutto il territorio lodigiano si rinviene un complesso idrogeologico sotterraneo la cui porzione più superficiale è in stretta relazione con il sistema idrografico.

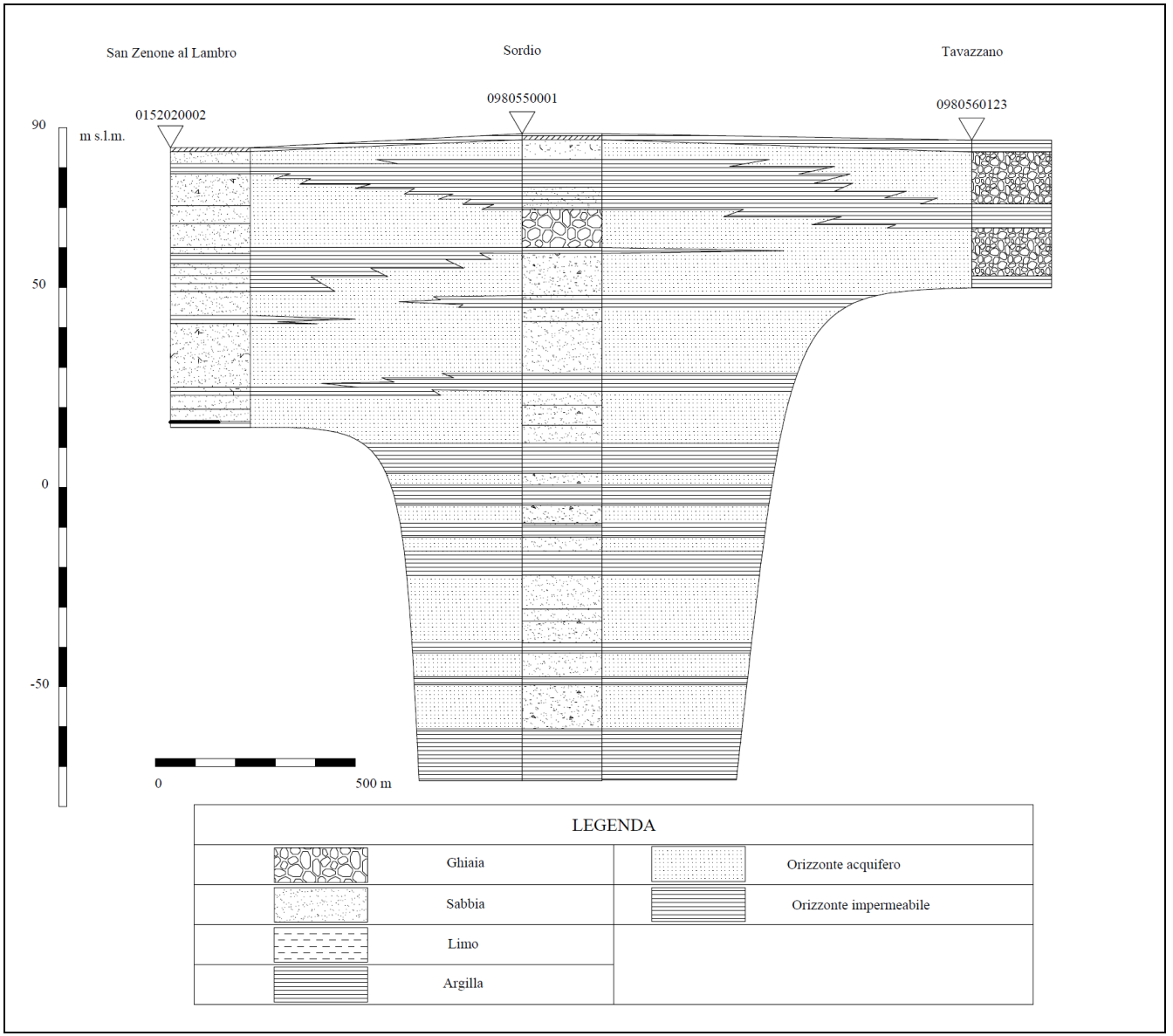
L'idrogeologia del territorio comunale di Sordio è legata ad aspetti climatici ed antropici, nonché a caratteristiche strutture stratigrafiche e deposizionali che governano l'accumulo ed il transito delle acque sotterranee.

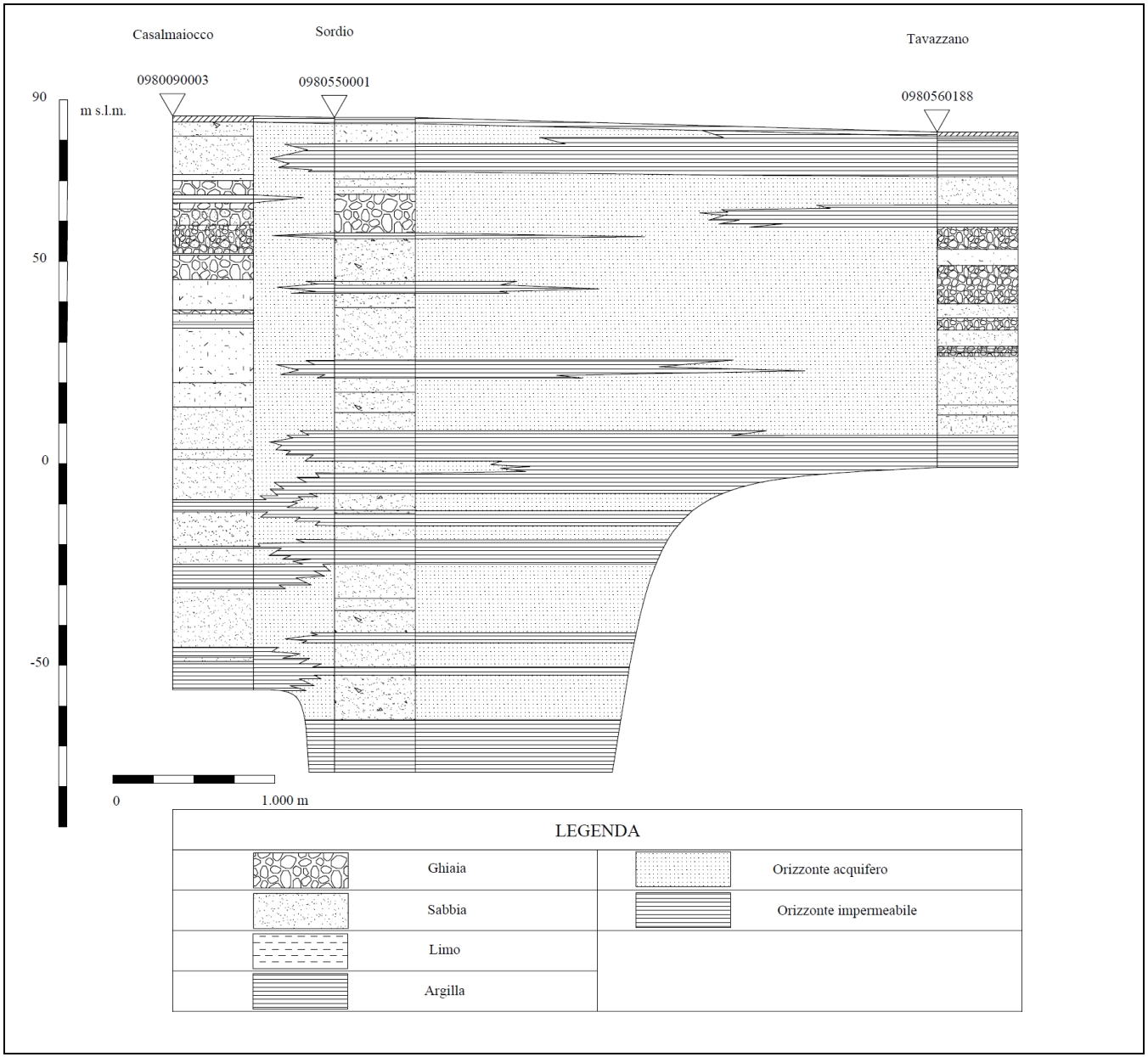
Nel tentativo di ricostruire le geometrie del complesso acquifero sotterraneo sono state realizzate e presentate due sezioni litostratigrafiche orientate circa SW-NE e NW-SE, ottenute correlando le stratigrafie disponibili dei pozzi presenti sul territorio comunale e sulle aree ad esso limitrofe.

Dall'esame delle stratigrafie e delle sezioni litostratigrafiche realizzate si evince come l'assetto geometrico-strutturale del sottosuolo sia assimilabile ad un materasso alluvionale in cui i corpi acquiferi, di natura prevalentemente sabbiosa, sono intercalati da orizzonti impermeabili. A scala sovracomunale si sviluppa un complesso acquifero di tipo "multifalda", all'interno del quale sono presenti due circuiti separati:

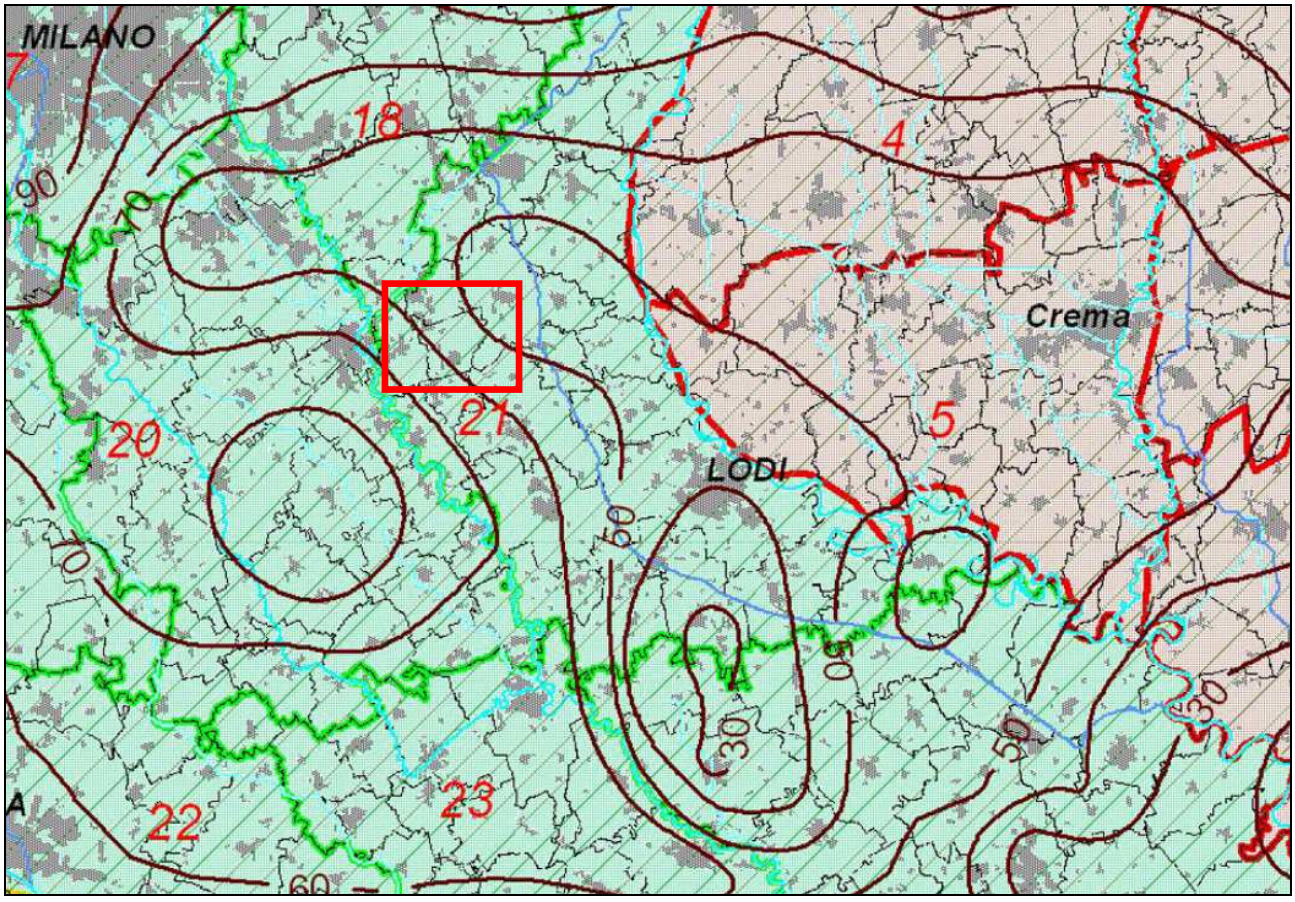
1. Un circuito superficiale, che nel sottosuolo di Sordio assume caratteristiche da freatiche a localmente confinate (in presenza di terreni fini di copertura) e viene alimentato sia da monte (secondo la direzione di deflusso idrogeologico), sia per infiltrazione diretta (a seguito di precipitazioni meteoriche o durante la pratica irrigua).
2. Un circuito profondo (o confinato-artesiano), ospitato in orizzonti permeabili protetti al tetto da depositi impermeabili di significativo spessore ed estensione laterale; contrariamente a quello di superficie, nel circuito profondo il deflusso avviene solo in senso laterale con alimentazione da aree poste idrogeologicamente a monte.

Le geometrie dei corpi acquiferi sotterranei è descritta nelle seguenti sezioni litostratigrafiche.


San Zenone al Lambro
Sordio
Tavazzano
0152020002
0980550001
0980560123
90
m s.l.m.
50
0
-50
0
500 m
LEGENDA
Ghiaia
Sabbia
Limo
Argilla
Orizzonte acquifero
Orizzonte impermeabile


Casalmaiocco
Sordio
Tavazzano
0980090003
0980550001
0980560188
90
m s.l.m.
50
0
-50
0
1.000 m
LEGENDA
Ghiaia
Sabbia
Limo
Argilla
Orizzonte acquifero
Orizzonte impermeabile

Per quanto concerne il P.T.U.A. della Regione Lombardia, esso assume il modello interpretativo già proposto da vari Autori (Martinis & Mazzarella, 1971; Francani & Pozzi, 1981), secondo il quale la struttura acquifera viene suddivisa in acquifero tradizionale (litozona ghiaioso-sabbiosa) e in acquifero profondo (litozona sabbioso-argillosa). Nell'acquifero tradizionale si riconosce una struttura superficiale (o primo acquifero) separata da una sottostante (o "secondo acquifero", anch'esso appartenente all'acquifero tradizionale). Per il bacino 3 "Adda-Ticino", settore 21 (a cui appartiene il Comune di Sordio), il limite di separazione tra la falda superficiale e la falda confinata dell'acquifero tradizionale è posto alla quota media di circa 45-50 m s.l.m., ovvero a una profondità media di circa 40 m sulla verticale del capoluogo; detto limite, tuttavia, non trova riscontro nei dati stratigrafici disponibili che, al contrario, individuano corpi impermeabili correlabili a scala sovracomunale solamente oltre 80-90 m di profondità.



Base dell'acquifero superficiale (Tavola 3 – Programma di tutela e Uso delle Acque)

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A.) della Regione Lombardia, inoltre, definisce per il settore 21 il seguente bilancio idrico:

Elementi del bilancio idrico:			
Entrate:			
Afflusso della falda da monte	Settore n. 18	2,36	(m^3/s)
Infiltrazione (piogge efficaci + irrigazioni)		2,43	(m^3/s)
TOTALE		4,79	(m^3/s)
Uscite:			
Deflusso della falda verso valle	Settore n. 24	0,3	(m^3/s)
Prelievi da pozzo		0,87	(m^3/s)
Drenaggio del fiume Adda		2,74	(m^3/s)
Drenaggio del fiume Lambro		0,88	(m^3/s)
TOTALE		4,79	(m^3/s)

Per lo stesso settore viene definita una Classe Quantitativa "A" (rapporto prelievi-ricarica = 0.36), corrispondente a una situazione di compatibilità fra disponibilità e uso della risorsa sotterranea, ovvero un uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo.

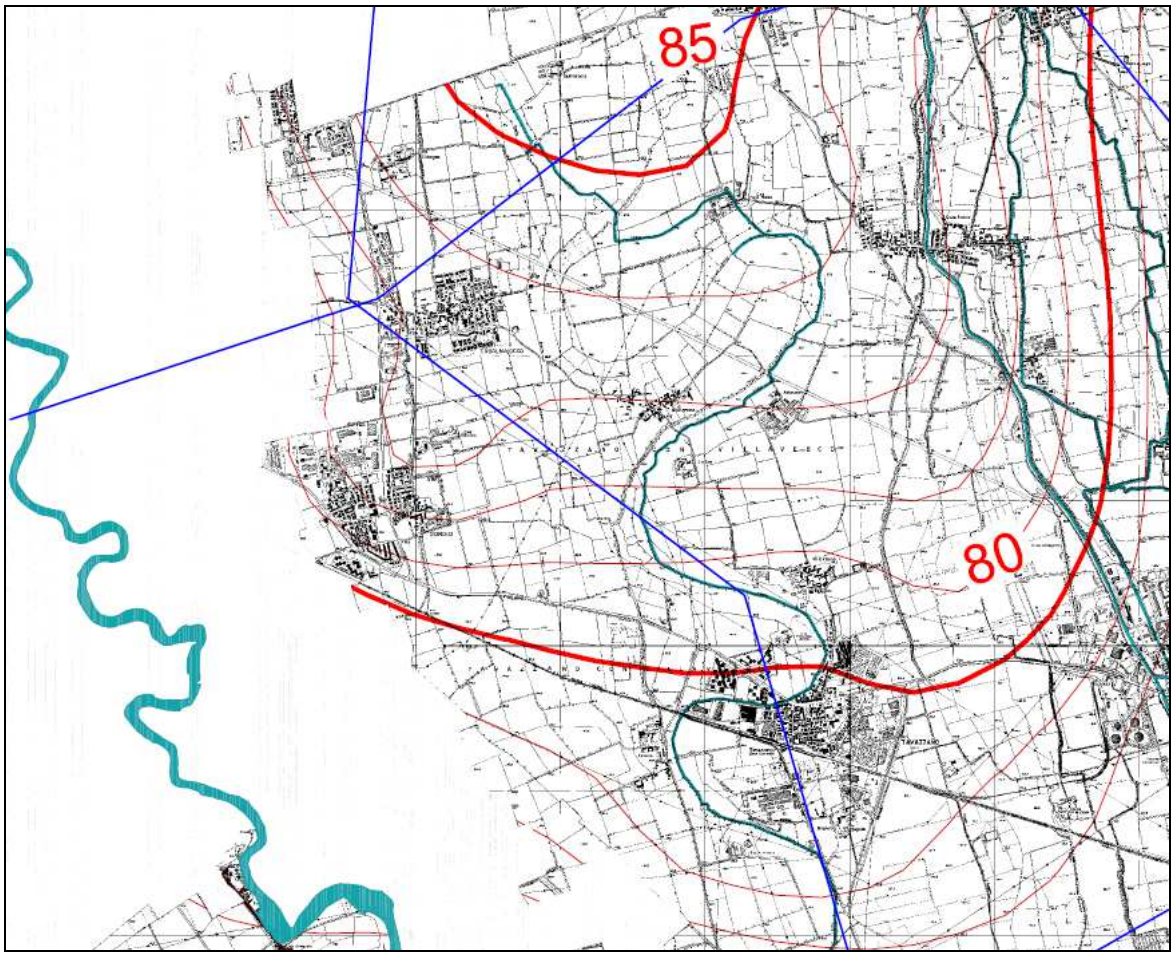
Classe Quantitativa:	A
(Prelievi/Ricarica = 0,36)	Situazione attuale di compatibilità tra disponibilità ed uso della risorsa. Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili e sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo.
Classificazione livello di falda	3
Classificazione stato quantitativo secondo D.Lgs. 152	A

Censimento e catalogazione dei pozzi

Considerato che in un'area di pianura la principale fonte di approvvigionamento idrico è costituita da pozzi, in Tavola 3 sono state evidenziate le opere censite dal SIF della Provincia di Lodi con relativa numerazione, ubicazione e profondità (riportate in Allegato 3).

Indagine piezometrica

Le informazioni idrogeologiche disponibili dalla letteratura specifica evidenziano come i grandi fiumi (Po, Lambro e Adda) costituiscano gli assi di drenaggio principali della pianura lodigiana (figura seguente), condizionando in modo sostanziale le linee di flusso sotterraneo.



Carta piezometrica della falda superficiale (stralcio da Carta idrogeologica, Piano Cave della Provincia di Lodi, gennaio 2003)

A scala locale, la Carta Idrogeologica (Tav. 3, derivata dalla Carta idrogeologica delle direzioni di deflusso del Piano Cave della Provincia di Lodi, aggiornata attraverso una serie di

misure piezometriche effettuate sul territorio). La falda superficiale assume una generale direzione di flusso orientata verso quadranti meridionali, con una leggera rotazione verso quadranti occidentali per effetto dell'azione drenante esercitata dal Lambro.

Nella carta di tavola 3 è stata evidenziata una piezometria superficiale con valori generalmente compresi tra 2 e 5 m rispetto al piano campagna.

Nonostante non siano note registrazioni sistematiche delle oscillazioni piezometriche che consentano di effettuare considerazioni idrogeologiche in merito a possibili variazioni delle linee di deflusso nel breve periodo (periodi di minima e massima escursione annuale) e nel lungo periodo, si esclude che la pratica irrigua o le precipitazioni meteoriche, anche se intense o concentrate in taluni periodi dell'anno, siano in grado di modificare in modo sostanziale le linee di flusso sotterraneo.

Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità degli acquiferi è definita dalla possibilità di infiltrazione e propagazione degli agenti inquinanti provenienti dalla superficie o da altre falde più superficiali già compromesse.

Questo concetto implica uno stato di potenziale minaccia della qualità originaria delle acque sotterranee, determinato unicamente dalle condizioni ambientali, sia naturali che antropiche, esistenti e indipendenti dalle sorgenti inquinanti.

Considerando la possibilità di accesso verso le falde profonde di potenziali agenti inquinanti, appare evidente come i sedimenti permeabili offrano scarse difese mentre per gli acquiferi più profondi si riscontrano buone condizioni di isolamento e protezione. Hanno infatti un peso preponderante i seguenti fattori geologici e idrogeologici:

- la idro-litologia (ovvero il tipo e il grado di permeabilità verticale e orizzontale, che determina la velocità di percolazione dell'inquinante e l'azione di attenuazione insita nei diversi terreni);
- il tipo e lo spessore di un'eventuale copertura fine a bassa permeabilità, elemento di protezione per l'acquifero soggiacente;
- la soggiacenza della superficie piezometrica media dell'acquifero, la quale definisce lo spessore della zona insatura (direttamente proporzionale all'azione di autodepurazione);
- le condizioni di interscambio da parte di corsi d'acqua naturali e di canali artificiali, veicoli di inquinanti.

Allo scopo di quantificare i fattori sopra citati, e conseguentemente la vulnerabilità degli acquiferi, sono stati integrati i dati a disposizione.

Una prima valutazione trova riscontro nelle misure della soggiacenza del tetto della falda dal piano campagna; al proposito si rammenta come la campagna di misure piezometriche abbia evidenziato una modesta soggiacenza ($2 < S < 5$ m), come illustrato nel paragrafo precedente e rappresentato in Tavola 3.

In relazione alla permeabilità verticale e orizzontale dell'acquifero superficiale e del mezzo insaturo sovrastante, non sono disponibili dati differenti rispetto alle semplici osservazioni granulometriche: ai depositi superficiali sono associabili valori di permeabilità secondo i criteri stabiliti in bibliografia.

Tipo di terreno	K (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} \div 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla omogenea al disotto della falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} \div 10^{-4}$

Valori orientativi del coefficiente di permeabilità "K" (da "Lancellotta, 1987)

La pratica geotecnica, infatti, insegna come nei terreni sciolti la permeabilità sia controllata, oltre che dall'uniformità del terreno e dal suo stato di addensamento (Prugh, 1959), soprattutto dalla granulometria della frazione più fine (Hazen, 1911). Nella Tavola 3 sono state cartografate le aree per classi di permeabilità attraverso il seguente criterio di valutazione:

k (cm/s)	10^{2}	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona		Discreta		Bassa		BB		Impermeabile	
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie		Sabbie fini		Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte	

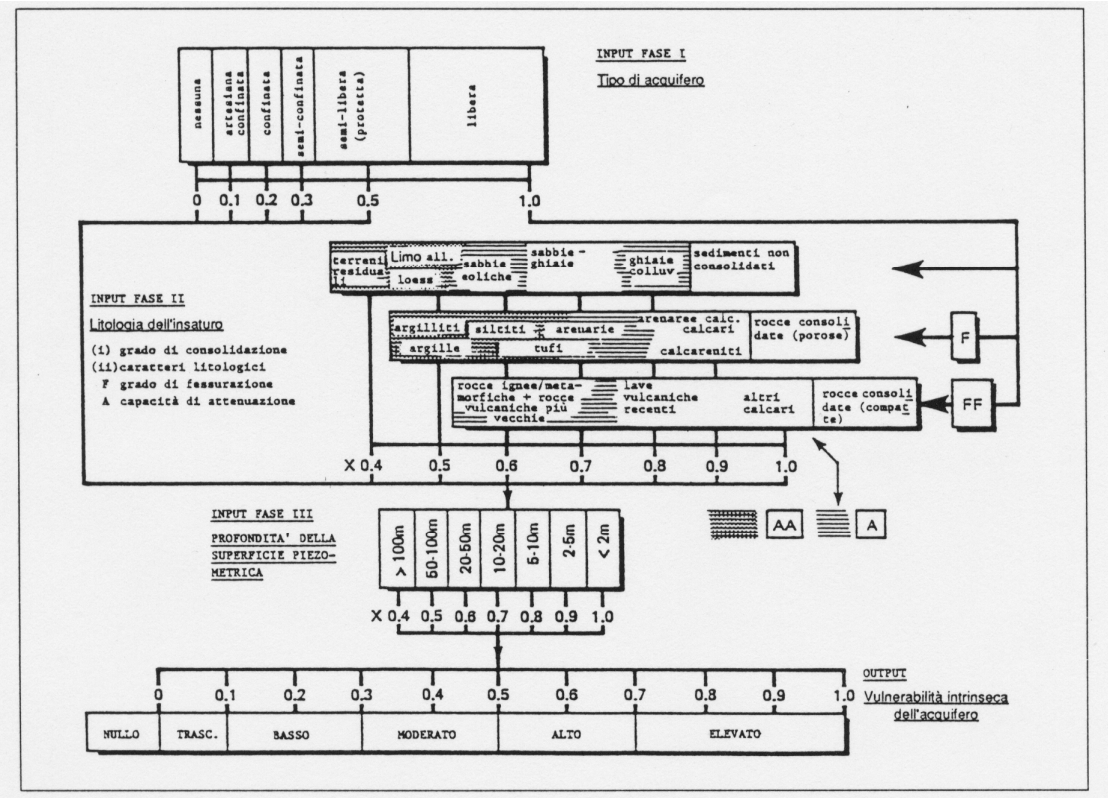
Classi di permeabilità (Casadio & Elmi, 1995)

In questo modo sono state definite le seguenti classi di permeabilità:

1. PERMEABILITA' da BASSA a LOCALMENTE DISCRETA: si tratta dei terreni limosi e limo-argillosi a copertura di depositi granulari;
2. PERMEABILITA' da DISCRETA a BUONA: si tratta dei depositi granulari (sabbie prevalenti) diffusamente affioranti sul territorio comunale.

Inquadrando i parametri rilevati (idro-litologia, tipo di copertura dell'acquifero e soggiacenza della superficie piezometrica), l'acquifero più superficiale è stato valutato anche in termini di vulnerabilità intrinseca attraverso il metodo GOD (messo a punto dal British Geological Survey - Foster, 1987) che rappresenta, secondo le indicazioni del C.N.R., uno dei più importanti ed utili nel settore (Civita, 1994).

Il metodo GOD utilizza come dati d'ingresso tre proprietà dell'acquifero (indicizzate), il cui prodotto ne rappresenta la vulnerabilità; ovviamente la valutazione è solamente di tipo puntuale ma, stimando le condizioni medie, restituisce con affidabilità la vulnerabilità idrogeologica del territorio.



Il metodo empirico GOD per la valutazione della vulnerabilità intrinseca
(da "Foster e Hirata, 1988" in "Civita, 1994")

Le tre proprietà indici utilizzate dal metodo GOD sono: il tipo di acquifero, la litologia dell'insaturo e la profondità della superficie piezometrica.

Il metodo è stato applicato integrando le informazioni dedotte dalle trincee esplorative e quelle stratigrafiche e pedologiche disponibili in letteratura, definendo le seguenti classi di vulnerabilità:

1. VULNERABILITA' DA BASSA A MODERATA nelle zone in cui l'acquifero è semiconfinato o confinato da coperture fini. Sono possibili locali incrementi di vulnerabilità legati ad una diminuzione di spessore dei depositi fini superficiali o a eteropie verso termini granulari;
2. VULNERABILITA' ALTA nelle zone in cui l'acquifero è semilibero o libero, con esili e discontinue coperture fini.

Sulla base di quanto esposto, quindi, la vulnerabilità intrinseca costituisce un fattore caratteristico per il Comune di Sordio e parzialmente limitante nella pianificazione: sarà pertanto necessario valutare puntualmente la vulnerabilità dell'acquifero ogni volta che ci si appresta alla progettazione di attività potenzialmente impattanti sulle acque sotterranee (depuratori, stoccaggi di sostanze inquinanti, dispersione di fanghi, attività estrattive, attività agronomiche e zootecniche ecc.).
Con il termine di "vulnerabilità intrinseca", infatti, viene generalmente indicata la suscettività specifica dell'acquifero nei confronti di agenti inquinanti liquidi o idroveicolabili, i quali possono venire dispersi a campagna o immessi nelle acque superficiali. Associando al grado di vulnerabilità la presenza di potenziali fonti di inquinamento, presenti nonostante la naturale vocazione agricola del territorio, sarà possibile determinare il livello di rischio idrogeologico degli acquiferi presenti in una certa area.

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Zonazione sismica nazionale ed inquadramento del territorio di Sordio

L'Ordinanza 3274 e s.m.i. stabilisce una nuova classificazione sismica del territorio italiano, in risposta sia alle nuove conoscenze scientifiche in materia sismica (acquisite dopo la precedente legge di indirizzo sismico del '74), sia al ripetersi di eventi calamitosi che hanno interessato anche zone precedentemente non classificate come sismiche (sempre facendo riferimento alla Legge 64/74). La nuova classificazione, che in parte utilizza e aggiorna la classificazione sismica proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale, è articolata in 4 zone: le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

In linea generale, la valutazione del rischio sismico deriva da una stima delle conseguenze al sistema socio-economico locale potenzialmente derivanti dal terremoto considerato "probabile" nell'area di riferimento. Nella valutazione del rischio sismico, pertanto, l'aspetto principale consiste nella definizione della pericolosità sismica, ovvero la descrizione della possibile attività sismica ottenuta assegnando, in ogni area, le grandezze rappresentative del moto del suolo.

Come innanzi premesso, una prima classificazione della pericolosità sismica è stata ottenuta a scala nazionale suddividendo il territorio in zone sismiche: tale semplificazione, sebbene riduttiva, è risultata necessaria per l'applicazione di norme tecniche aventi come obiettivo un adeguato livello di protezione sismica.

Il primo atto formale di classificazione del territorio nazionale risale al 1909 (dopo il forte terremoto che investì l'area calabro-messinese il 28 dicembre 1908), con il quale vennero definite le norme tecniche per la ricostruzione nelle aree colpite dal sisma e individuate le zone nelle quali tali norme dovevano applicarsi in ambito edilizio.

L'aspetto più significativo dal punto di vista della zonazione sismica era rappresentato dall'estensione della zona interessata dal Decreto del 1909: oltre all'area dello Stretto di Messina, che presentava i maggiori danni, vi erano incluse parte della provincia di Messina e tutta la Calabria. Tale strumento derivava anche dal ricordo del terremoto che aveva colpito il

golfo di Santa Eufemia nel 1905 e, soprattutto, dei terremoti che avevano sconvolto la Calabria nel 1783.

La normativa sismica non vide sostanziali novità fino al 1925, quando un forte terremoto investì un tratto della costa marchigiana, a nord di Ancona, successivamente classificata a rischio sismico.

Al Decreto del 1925 fece seguito nel 1927 un nuovo Decreto di notevole ampiezza, il quale classificava tutte le località colpite da terremoti in due categorie distinte in relazione al loro grado di sismicità ed alle loro caratteristiche geologiche.

Risale al 1962 la Legge che, per la prima volta, dettò le "Nome tecniche per le costruzioni in zona sismica" le quali, contrariamente alle precedenti finalizzate alla ricostruzione delle zone colpite da terremoto, assunsero un significato di prevenzione sismica.

Il terremoto nel Belice del 1968 e quello nel Friuli del 1976 condussero ad una classificazione con l'introduzione di un elemento di novità, costituito dal criterio utilizzato per distinguere le zone di prima e di seconda categoria. In precedenza, infatti, tale distinzione era abbastanza casuale, basata su un giudizio di gravità del danno; nei decreti del 1976 e 1979, invece, la classificazione si basava sul valore della probabilità di superamento di assegnate soglie dell'accelerazione del suolo in un prefissato intervallo di tempo.

Il terremoto Irpino-Lucano del 1980 segnò la svolta decisiva nella storia della classificazione sismica in Italia: il grande impatto sull'opinione pubblica e la constatazione che le zone colpite dal terremoto erano in gran parte non classificate, condussero il Ministero dei Lavori Pubblici alla proposta di riclassificazione elaborata nell'ambito del Progetto finalizzato geodinamica del CNR attraverso una serie di Decreti emanati tra il 1981 ed il 1984. La nuova classificazione si basò per la prima volta su parametri quantitativi definiti in modo omogeneo per tutto il territorio nazionale, come la soglia di sismicità, l'intensità risentita e la scuotibilità, e previde la suddivisione in tre categorie con grado di severità sismica decrescente dalla prima alla terza.

Nell'aprile 1997, la Commissione per la previsione dei Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile decise di istituire un gruppo di lavoro con l'obiettivo di formulare una proposta di aggiornamento della classificazione sismica nazionale, anche alla luce di nuove ricerche e dell'esperienza di altri paesi.

La nuova classificazione, denominata "Proposta 98", determinò la suddivisione del territorio nazionale sempre nelle tre categorie sismiche a cui si aggiunse una categoria ulteriore per i

comuni non classificati; l'appartenenza di un'area ad una particolare categoria sismica avvenne sulla base di parametri quantitativi legati al moto del suolo previsto (approccio probabilistico):

1. l'accelerazione massima del terreno a_{max} (detta anche PGA) con il 10% di probabilità di essere superata in 50 anni, la cui distribuzione è rappresentata nella carta della pericolosità sismica (Slejko et al. 1998);
2. l'integrale dello spettro di risposta in pseudovelocità, detto "intensità di Housner";
3. il valore della massima intensità sperimentata nell'ultimo millennio.

In seguito al terremoto del 31 ottobre 2002 che provocò a San Giuliano di Puglia il crollo di una scuola e al verificarsi di eventi sismici calamitosi in zone non classificate sismiche (il Comune di San Giuliano di Puglia era classificato come non sismico) sono stati emanati i "*Criteri per l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche*" e le nuove norme tecniche per la costruzione in zona sismica (OPCM 3274 del 20 marzo 2003).
Rispetto alle classificazioni precedenti, l'O.P.C.M. 3274 stabilisce una nuova classificazione sismica del territorio nazionale utilizzando e aggiornando la classificazione sismica proposta nel 1998. La nuova classificazione è articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (si veda la tabella 8.1), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, a ciascuna area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di protezione sismica.
In ottemperanza all'art. 2 della OPCM 3274 e s.m.i. e secondo quanto disposto dal D.Lgs n. 112/1988 che attribuiva alle Regioni la competenza di classificare il territorio secondo criteri generali, la Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha provveduto ad aggiornare i propri elenchi delle zone sismiche.
L'O.P.C.M. 3274 e s.m.i. è entrata in vigore il 23 ottobre 2005 in coincidenza con quella delle nuove "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" (D.M. 14 settembre 2005).
Da tale data è quindi vigente la classificazione sismica del territorio nazionale; per la Regione Lombardia la classificazione sismica è mostrata in figura 8.1:

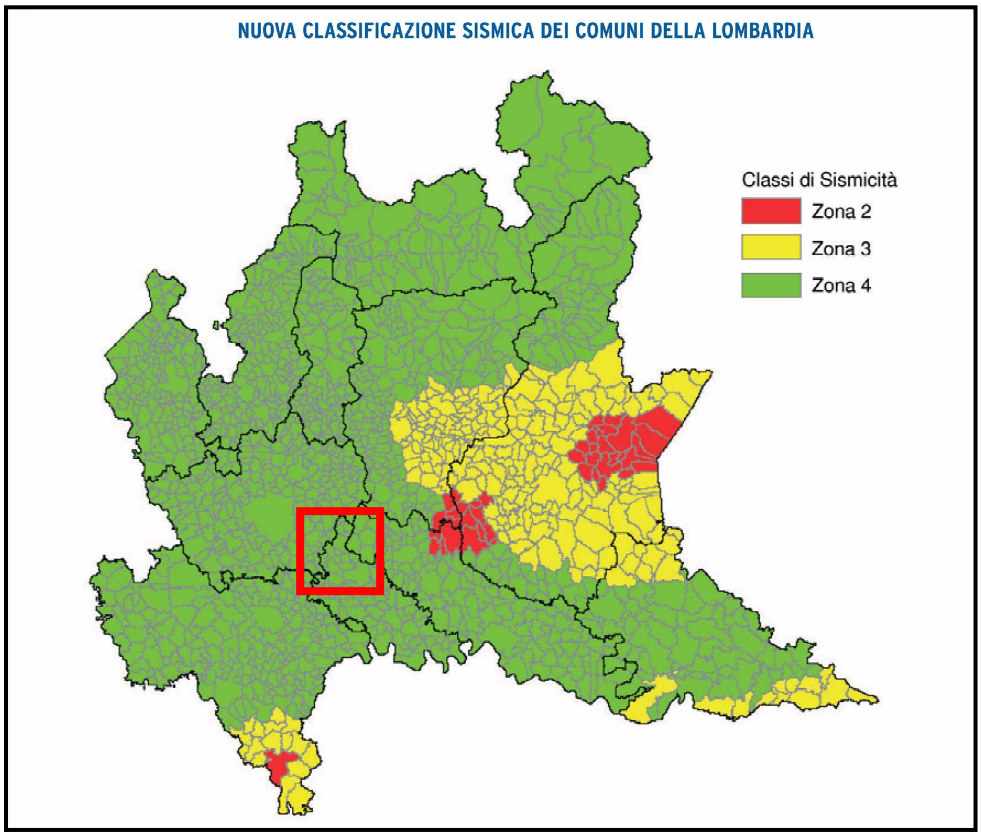


***Figura 8.1**: Classificazione sismica dei comuni della Lombardia in seguito all'Ordinanza 3274/2003 (D.G.R. n. 7/14964 del 7 novembre 2003).*

Secondo la classificazione vigente, il territorio comunale di Sordio appartiene alla **zona sismica 4** e risulta identificato da un valore di accelerazione massima orizzontale su suolo di riferimento con la probabilità del 10% di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni (periodo di ritorno uguale a 475 anni) pari a 0.05g.

Zona	Valori di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

***Tabella 1**: valori di accelerazione orizzontale massima in funzione della zona sismica (D.M. 14.09.2005).*

Sebbene la nuova classificazione preveda che ogni area del territorio nazionale sia classificata e identificata da un valore soglia di pericolosità sismica, si delineano alcune criticità:

- le Regioni sollecitate dalla O.P.C.M. 3274 hanno classificato il proprio territorio basandosi su precedenti studi di pericolosità sismica (sopratutto quelli prodotti nell'ambito del gruppo di lavoro del 1998) e hanno inserito i comuni non classificati in zona 4 senza valutare i livelli di accelerazione attesi;

- come disposto dalla O.P.C.M. 3274 e s.m.i. e dal D.M. 14.09.2005, la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale è stata aggiornata sulla base di nuovi dati utilizzando approcci leggermente differenti rispetto a quelli utilizzati per la redazione della mappa elaborata nel 1998 (INGV, 2006 – OPCM 351/06); questo ha determinato, per alcune aree, la presenza di valori di ag diversi rispetto a quelli previsti dalla classe sismica di appartenenza.

Sulla base di quanto sopra riportato, è chiaro come la classificazione sismica del territorio nazionale derivi da una semplificazione nella valutazione dei livelli di pericolosità che, seppur necessaria per l'applicazione di una normativa di primo riferimento, deve essere considerata come punto di partenza per la realizzazione di studi sismici a maggior dettaglio e a minor scala (***microzonazione sismica***), sopratutto in fase di pianificazione urbanistica. In questo modo si può indirizzare lo sviluppo edificatorio e, in determinate situazioni, aumentare i livelli di protezione sismica previsti dalla normativa (livello minimo).

Le "*Norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14.01.2008 hanno introdotto un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base, la quale non risulta più associata alla zona sismica di appartenenza (criterio zona dipendente ex D.M. 14.09.2005) ma al valore di accelerazione massima orizzontale attesa su base probabilistica in uno specifico sito (criterio sito dipendente).

Ciò ha permesso di superare la differenza tra valori di accelerazione previsti dagli studi di pericolosità sismica a scala nazionale e valori previsti dalla normativa antisismica per un suolo di riferimento. Esistono tuttavia alcune problematiche insiste nella distribuzione dei vertici della griglia di riferimento dei valori di accelerazione e l'ubicazione dell'area d'indagine.

Un'ulteriore novità, sempre introdotta dal D.M. 14.01.2008, è la formulazione dello spettro di risposta differente per ciascuna categoria di suolo di fondazione non accorpando più, come in precedenza, la categoria di suolo di fondazione B e C.

Descrizione della sismicità

L'analisi della sismicità, intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti in una determinata area, costituisce il primo tassello per gli studi di valutazione della pericolosità sismica di base.

Trattandosi di modelli probabilistici, infatti, le caratteristiche sismotettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica pregressa consentono la messa a punto di modelli previsionali dell'attività sismica attraverso una quantificazione dei livelli di accelerazione attesi.

Il territorio di Sordio e un suo ragionevole intorno non rientrano in alcuna delle zone sismogenetiche (zonazione ZS9, figura 8.2), sottolineando l'assenza di strutture geologiche in grado di generare terremoti (le cosiddette "faglie capaci").

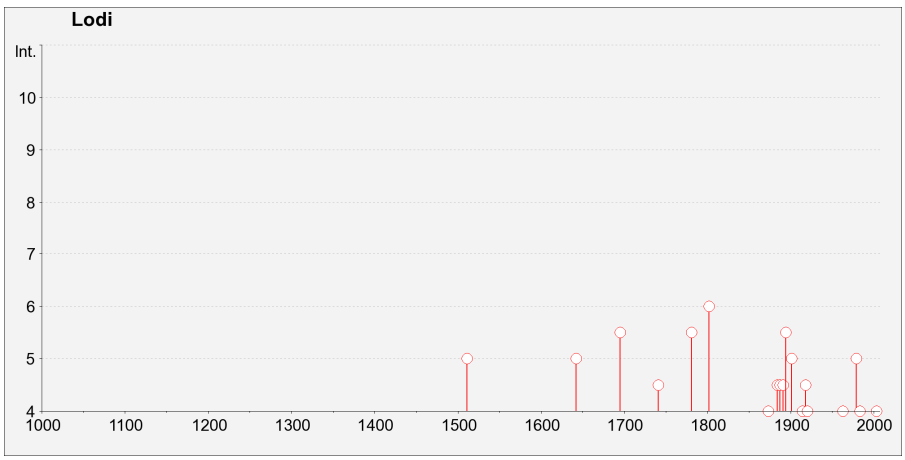
Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che:

- l'area comunale e quella lodigiana, nel loro complesso, sono caratterizzate da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del VI-VII grado della scala Mercalli;
- le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) provengono da zone appartenenti alle province vicine, corrispondenti al Veronese, al Bresciano, al Bergamasco, al Cremasco e, soprattutto, all'Appennino Emiliano-Romagnolo.

Tale fatto è compatibile con la storia sismica locale così come deducibile dal catalogo DBMI04, il database utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04) aggiornato al maggio 2004 (a cura di M. Stucchi et al.), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative a Lodi, il centro più importante fra quelli vicini catalogati.

Osservazioni sismiche (30) disponibili per Lodi

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
NC	1197	Brescia	3		
F	1276 07 29 18:30	Italia settentrionale	10	5	5.12 ±0.36
F	1383 07 24 20:00	PARMA	7	4-5	4.09 ±0.34
5	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9	6.98 ±0.17
5	1642 06 13	Bergamo	8	6	5.04 ±0.72
5-6	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 ±0.18
4-5	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
5-6	1781 09 10 11:30	Media valle dell'Adda	11	6-7	4.90 ±0.67
6	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGLIO	85	8	5.64 ±0.22
4	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
4-5	1884 09 12 07:23	Bassa valle del Serio	34	6	4.85 ±0.35
4-5	1887 02 23 05:2	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
4-5	1891 06 07 01:0	Valle d'Illasi	403	8-9	5.86 ±0.06
5-6	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 ±0.10
5	1901 10 30 14:4	Salò	190	8	5.70 ±0.10
NF	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
3	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
NF	1913 12 07 01:28	NOVI LIGURE	56	5	4.70 ±0.20
4	1914 10 27 09:2	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
4-5	1918 01 13 12:00	Milanese	25	4-5	4.80 ±0.21
3	1918 04 24 14:2	LECCHESE	34	6	4.97 ±0.21
4	1920 09 07 05:5	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
3	1936 10 18 03:1	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
2	1960 03 23 23:0	Vallese	178		5.00 ±0.20
4	1963 07 19 05:4	Mar Ligure	463		6.02 ±0.14
F	1976 05 06 20:0	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
5	1979 02 09 14:4	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6	4.85 ±0.13
4	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
4	2003 04 11 09:2	S. Agata Fossili	78	6	4.85 ±0.09



Parametro	Descrizione	Provenienza
NDBMI04	Identificativo del record	
NCPTI04	Identificativo del terremoto	CPTI04
An	Tempo origine: anno	CPTI04
Me	Tempo origine: mese	CPTI04
Gi	Tempo origine: giorno	CPTI04
Or	Tempo origine: ora	CPTI04
Mi	Tempo origine: minuti	CPTI04
Se	Tempo origine: secondi	CPTI04
AE	Denominazione dell'area dei maggiori effetti	CPTI04
Rt	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (compatto)	CPTI04
Rt1	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (esplicitato)	
Np	Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto	CPTI04
Np1	Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto in DBMI04	
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS	CPTI04
Ix	Intensità massima nella scala MCS	CPTI04
LatEp	Latitudine dell'epicentro	CPTI04
LonEp	Longitudine dell'epicentro	CPTI04
Maw	Magnitudo momento	CPTI04
Daw	Errore associato alla stima di Maw	CPTI04
Top	Denominazione della località	DIR04
Sc	Casi particolari	DIR04
Lat	Latitudine	DIR04
Lon	Longitudine	DIR04
Is	Intensità al sito (scala MCS)	

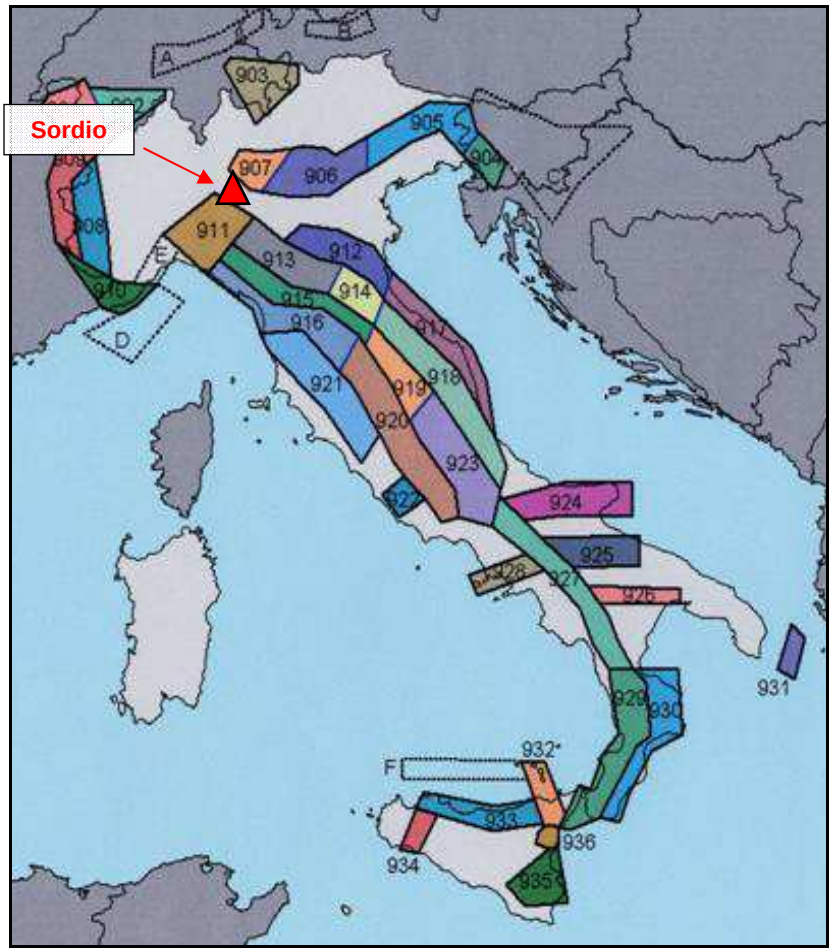


Figura 8.2: *Individuazione delle zone sismogenetiche in cui è suddiviso il territorio nazionale - zonazione sismogenetica ZS9 (INGV 2004).*

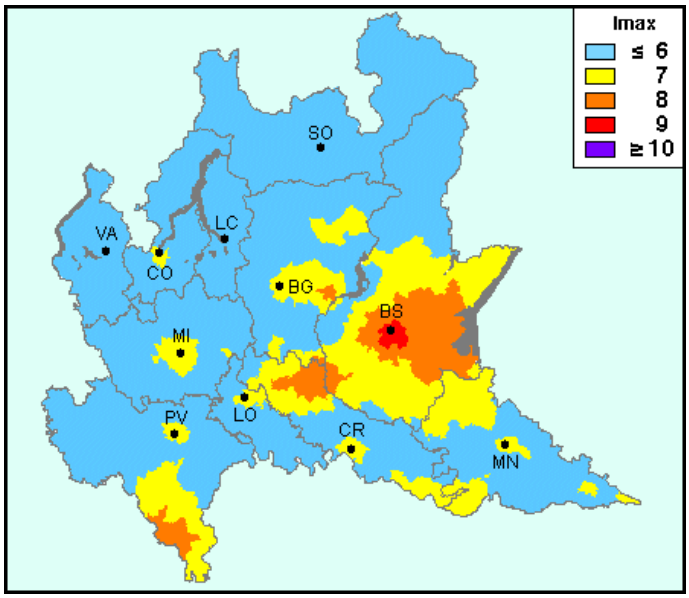


Figura 8.3: *Carta della massima intensità macrosismica attesa in Lombardia (Moliniet et al., 1996).*

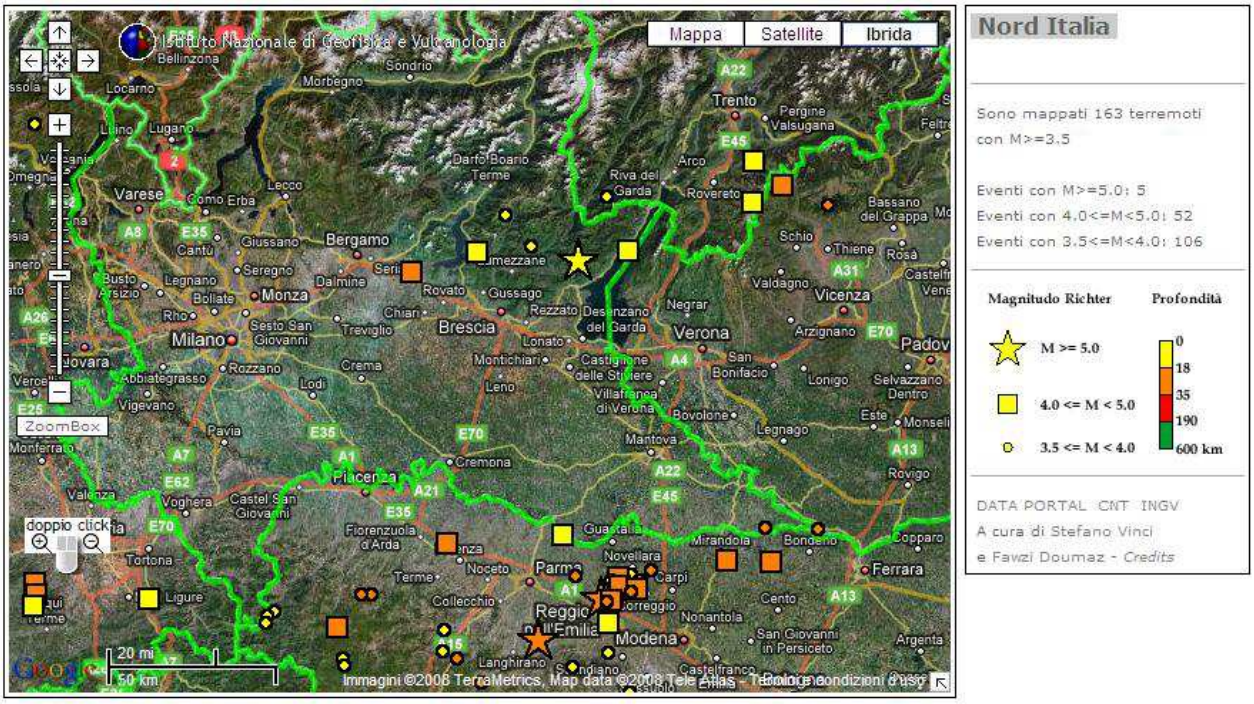


Figura 8.4: *Ubicazione dei terremoti recenti – periodo 1981-2006 (INGV).*

Pericolosità sismica

Come accennato nel capitolo precedente, in seguito all'emanazione della O.P.C.M. 3274/2003 e del D.M. 14.09.2005, è stata prodotta una nuova versione della Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV anno 2004 e 2006).

La mappa riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima ag che ha la probabilità di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni; tale valore di probabilità, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni, è assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente.

Nella figura seguente si riporta l'estratto della mappa di pericolosità sismica relativa alla Regione Lombardia, da cui si ricava che per il territorio di Sordio il valore di ag atteso possa raggiungere valori prossimi **0.050 - 0.075 g**, ovvero leggermente superiore rispetto a quello previsto dalla normativa per la zona sismica 4 (tabella 1 e figura 8.6).

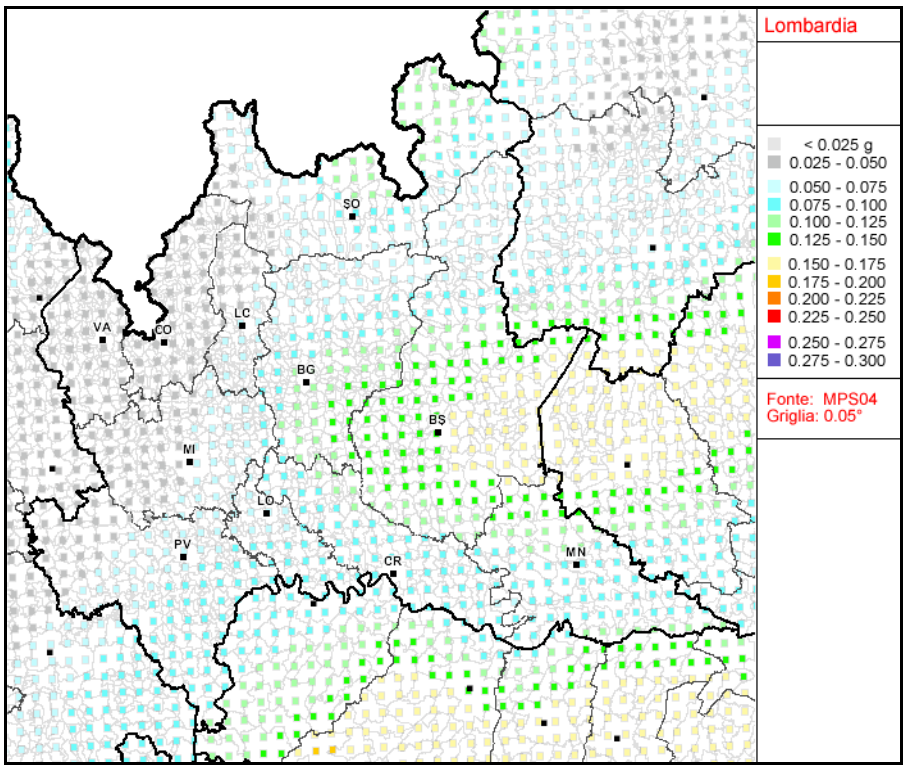


Figura 8.5: *Mappa della pericolosità sismica della Regione Lombardia: si riportano i valori dell'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo di riferimento come frazione di g (INGV anno 2006).*

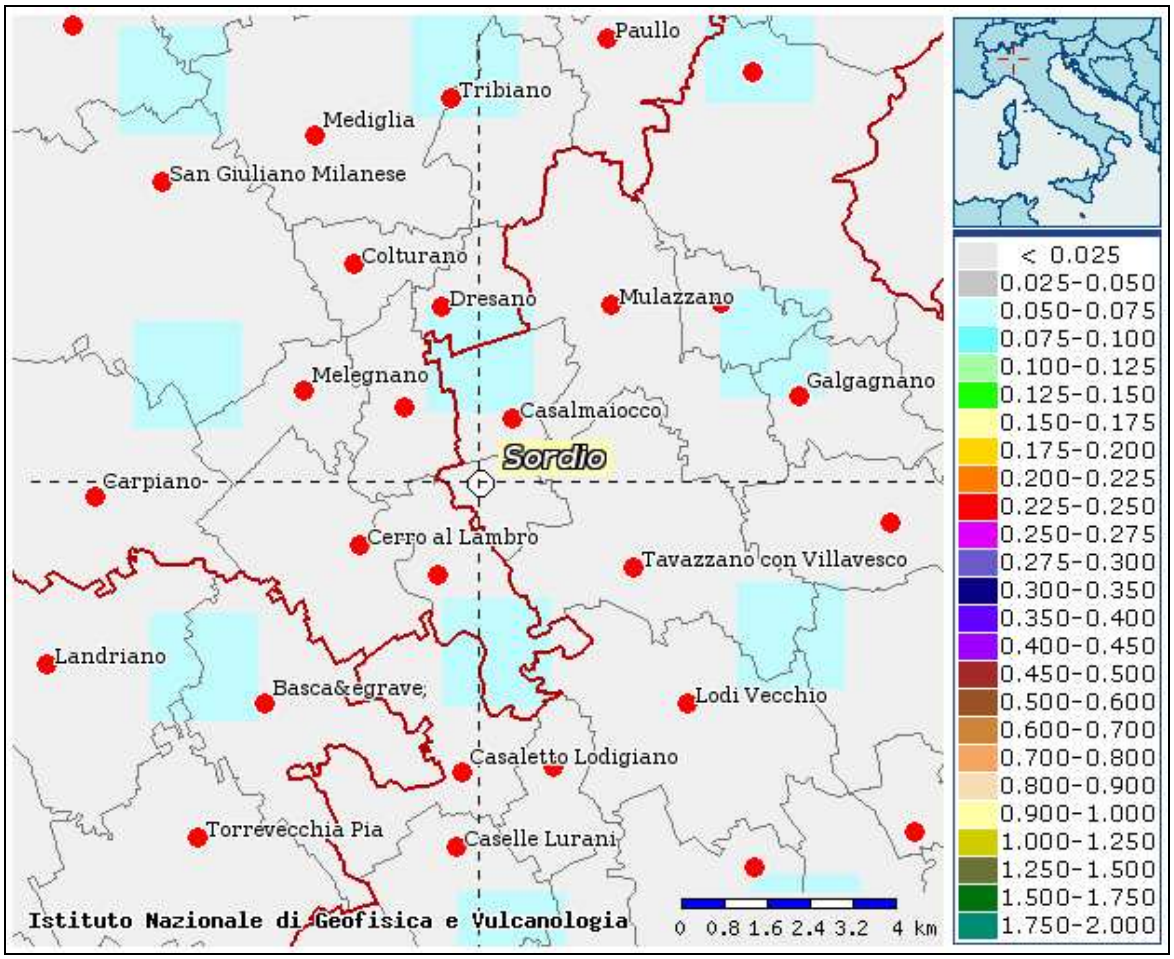


Figura 8.6: *Mappa della pericolosità sismica relativa all'area di Sordio.*

Tuttavia, i soli valori di ag non sono sufficienti a descrivere le caratteristiche del moto atteso in un sito: esso viene identificato dallo spettro a probabilità uniforme (UHRS), che risulta costituito, per un intervallo di periodi, dai valori di accelerazione che hanno la stessa probabilità del 10% di essere superati nei prossimi 50 anni. Lo spettro UHRS deriva dagli studi di pericolosità sismica condotti a livello nazionale dall'Istituto di geofisica e vulcanologia secondo una metodologia di tipo probabilistico (approccio Cornell).

In figura 8.7 si riporta lo spettro UHRS (calcolato dalla media pesata dei valori relativi ai 4 vertici della griglia di accelerazioni - reticolo di riferimento per il calcolo degli studi di PS – INGV, 2006-2008 - che comprendono il sito in esame così come definito nell'Allegato A e B del D.M. 14.01.2008) e quello previsto dalla normativa antisismica per la classe 4, entrambi per un suolo di riferimento: dal confronto si rileva come lo spettro previsto dal D.M. 14.09.2005, basato sul criterio "zona dipendente", risulti "inferiore" a quello previsto dagli studi di PS basato sul criterio "sito dipendente" (D.M. 14.01.2008).

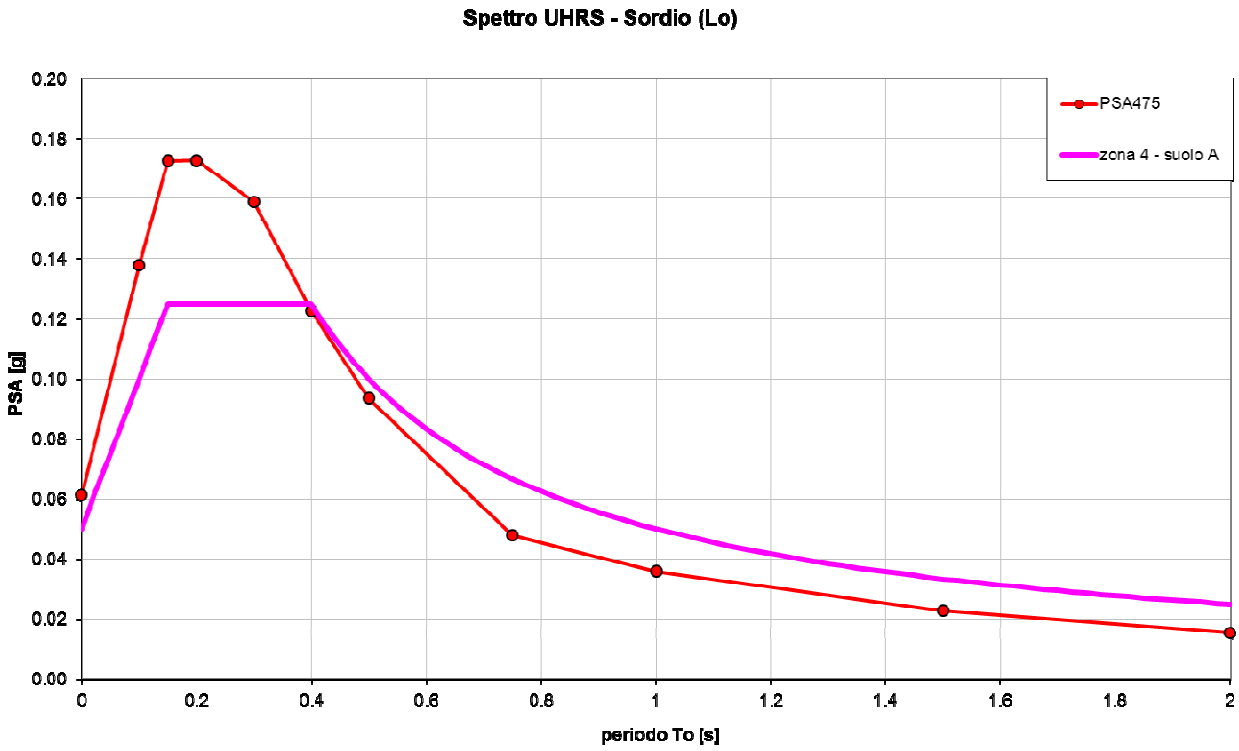


Figura 8.7: *Spettro di risposta a probabilità uniforme (in rosso) per un periodo di ritorno di 475 anni e smorzamento pari al 5% a confronto con lo spettro di risposta previsto dal D.M. 14.09.2005 (in magenta).*

Lo spettro UHRS individua la pericolosità sismica di base dell'area, ovvero identifica su base probabilistica le caratteristiche dello scuotimento del suolo (***macrozonazione sismica***) senza considerare alcuna modificazione che può subire il moto del suolo causata dal contesto geologico e geomorfologico dell'area, cioè senza modificazioni dovute ***a effetti locali***.

Va tuttavia fatto osservare come le locali condizioni geologiche e geomorfologiche possano influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei terreni e dei materiali coinvolti; pertanto, gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione dei possibili effetti locali, distinguibili in due grandi gruppi: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità (o effetti cosismici).

Mentre gli effetti di instabilità interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente tale nei confronti delle sollecitazioni sismiche (esempio i versanti, le frane quiescenti, ecc.), gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i

terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Quest'ultimi sono rappresentati dall'insieme di modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le strutture locali.

Gli effetti di sito si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nella stessa area:

- *gli effetti di amplificazione topografica:* si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello difratto. Se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi, l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- *gli effetti di amplificazione litologica:* si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Al fine di individuare gli effetti di sito locali, la D.G.R. 2616/2011 prevede che, in fase di pianificazione urbanistica, venga affrontata una analisi della pericolosità sismica del territorio secondo livelli di approfondimento successivi.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza), mentre il terzo è obbligatorio in fase di

progettazione; nella tabella seguente si riportano gli adempimenti in funzione della zona sismica di appartenenza:

	LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI APPLICAZIONE ***PSL= Pericolosità sismica locale***		
	1° Livello Fase pianificatoria	***2° Livello Fase pianificatoria***	***3° Livello Fase progettuale***
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato o urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti

Per il Comune di Sordio, l'analisi territoriale (basata sui dati innanzi acquisiti) ha definito un generale scenario di Pericolosità Sismica Locale "*Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*", esteso all'intero ambito comunale: l'effetto atteso nei confronti delle onde sismiche è quindi quello di una amplificazione litologica.

In questa fase di studio, l'analisi sismica si è limitata al 1° livello di approfondimento (secondo quanto stabilito dalla D.G.R. n. 2616/2011) e il risultato finale è rappresentato nella cartografia di Tavola 4.

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, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali 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

La carta della pericolosità sismica locale costituisce il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento, come mostrato nella tabella seguente:

SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	***Classe di Pericolosità Sismica***
Z1a	H3
Z1b	H2- livello di approfondimento 3°
Z1c	
Z3a	H2- livello di approfondimento 2°
Z3b	
Z4a	H2- livello di approfondimento 2°
Z4b	
Z5	H2- livello di approfondimento 3°

Considerati gli scenari di pericolosità sismica locale individuati sul territorio di Sordio, in caso di pianificazione o progettazione di strutture strategiche e rilevanti (classificate dal D.d.u.o. n. 19904/03 della Regione Lombardia) si dovranno affrontare successivi livelli di approfondimento, così come previsto dalla D.G.R. n. 2616/2011.

CARTA DI SINTESI

La Carta di Sintesi (Tavola 5) costituisce il documento nel quale vengono riassunti tutti i fenomeni naturali ed antropici che costituiscono una limitazione geologica alle scelte urbanistiche: realizzata alla scala 1:10.000, l'elaborato contiene gli elementi più significativi emersi nella fase di analisi.

Nella cartografia di sintesi di Tavola 6 sono stati rappresentati i lineamenti più significativi dopo aver classificato l'intero territorio comunale per aree omogenee; in quest'ultima operazione, sono stati presi in considerazione le seguenti componenti:

1. ***LITOLOGIA DEI TERRENI SUPERFICIALI*** - Per quanto riguarda l'aspetto litologico e geotecnico dei terreni (trattato in specifico capitolo), si ritiene che esso non costituisca un fattore limitante dal punto di vista urbanistico.
2. ***SOGGIACENZA MEDIA DELLA PRIMA FALDA*** – La soggiacenza della falda (compresa sul territorio comunale fra 2 e 5 m) non costituisce una significativa limitazione nella fattibilità geologica delle azioni di piano, pur richiedendo specifiche cautele nel caso di strutture interrate al di sotto di una certa quota.
3. ***VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE*** - Tale fattore costituisce un elemento distintivo, emerso nella fase di analisi, parzialmente vincolante nella fattibilità geologica delle azioni di piano. Si ribadisce come qualsiasi intervento che possa rappresentare un potenziale centro di pericolo per la risorsa idrica sotterranea debba richiedere un puntuale studio dei terreni in relazione alla locale vulnerabilità dei corpi acquiferi e al loro potenziale uso.

Tra i lineamenti sono stati rappresentati ***i corpi idrici superficiali*** (già assoggettati a specifico regolamento di polizia idraulica) e il ***pozzo acquedottistico*** con le relative fasce di tutela assoluta e di rispetto.

CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI

Nella Tavola 6 sono stati cartografati i vincoli normativi di natura geologica; in particolare:

- Le ***zone di tutela assoluta e di rispetto del pozzo ad uso potabile-acquedottistico*** per le quali la normativa vigente (D.Lgs. 152/06) fissa, secondo criteri geometrici, una fascia di 10 m e 200 m;
- Il ***reticolato idrografico*** (definito sulla base della D.G.R. n. 9/2767/2011); le attività consentite e quelle vietate, così come le fasce di rispetto, sono normate da specifico regolamento di polizia idraulica (R.D. 523/1904 e s.m.i.).

Allegato 1 – INFORMAZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE PUNTUALI

(ubicazione in tavola 1)

T1:					
profondità (m. da p.c.)				*Classificazione USCS*	*Natura dei terreni*
Da	0.00	a	0.20		Terreno vegetale di colore nocciola
Da	0.20	a	0.70	ML	Limo sabbioso di colore nocciola
Da	0.70	a	1.50	SW	Sabbia medio-fine di colore nocciola
Da	1.50	a	3.10	SW	Sabbia grossolana di colore grigio con ghiaia fine
falda: - 2.90 m					

T2:					
profondità (m. da p.c.)				*Classificazione USCS*	*Natura dei terreni*
Da	0.00	a	0.20		Terreno vegetale di colore marrone
Da	0.20	a	0.80	ML	Limo argilloso consistente plastico di colore nocciola
Da	0.80	a	1.90	ML	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore nocciola
Da	1.90	a	2.30	SW	Sabbia grossolana di colore grigio con ghiaia fine
Da	2.30	a	3.10	SM	Sabbia media di colore nocciola con orizzonti limosi
Da	3.10	a	4.10	SW	Sabbia grossolana di colore grigio con ghiaia
falda: assente					

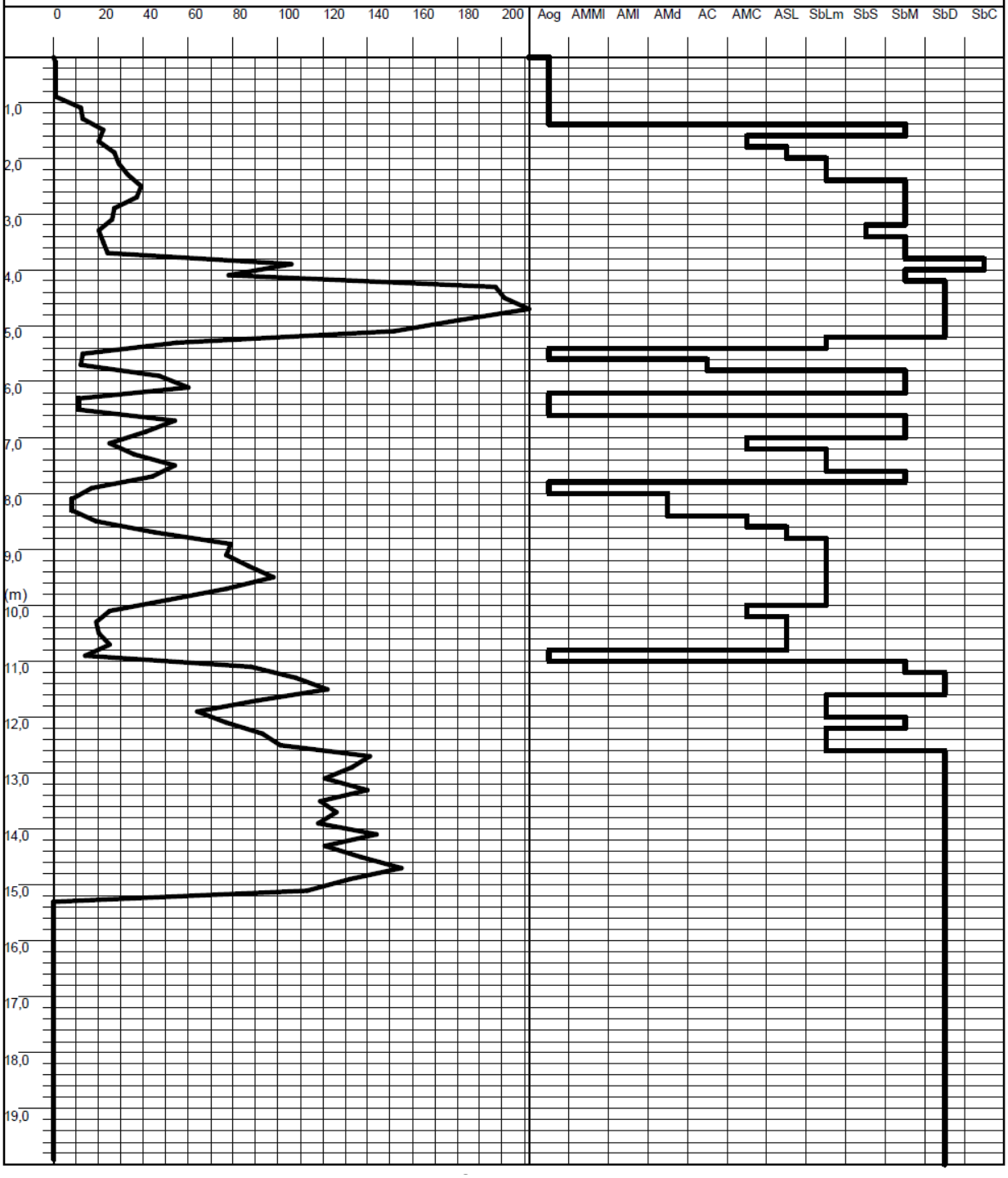
T3:					
profondità (m. da p.c.)				*Classificazione USCS*	*Natura dei terreni*
Da	0.00	a	0.20		Terreno vegetale di colore marrone
Da	0.20	a	0.90	ML	Limo debolmente argilloso consistente da poco plastico a plastico di colore nocciola
Da	0.90	a	1.50	ML	Limo sabbioso di colore nocciola chiaro
Da	1.50	a	2.50	SW	Sabbia medio-grossolana di colore nocciola
Da	2.50	a	3.10	SW	Sabbia medio-grossolana di colore nocciola con ghiaia
Da	3.10	a	3.50	SW	Sabbia medio-grossolana di colore grigio con ghiaia
falda: assente					

1

Grafico correlazione CPT - Litologia

Legenda (criterio di Schmertmann)

SbC=Sabbia cementata	SbD=Sabbia addensata	SbM=Sabbia med.addensata
SbS=Sabbia sciolta	SbLm=Sabbia e limo	ASL=Argilla sabbiosa/limosa
Aog=Argilla organica	AMMI=Argilla inorg.molto molle	AMI=Argilla inorg.molle
AMd=Argilla inorg.med.consistente	Ac=Argilla inorg.consistente	AMC=Argilla inorg.molto consistente

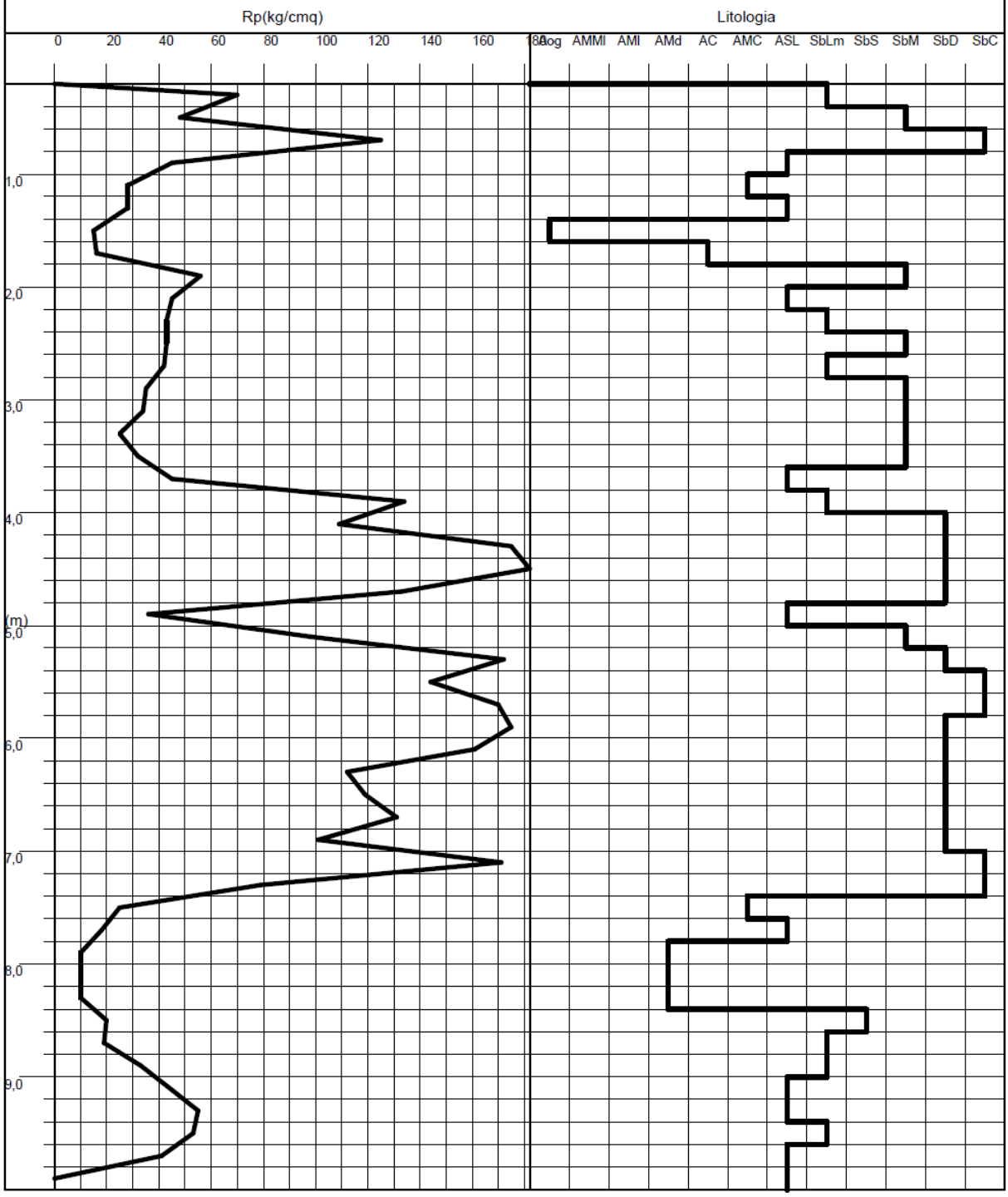


2

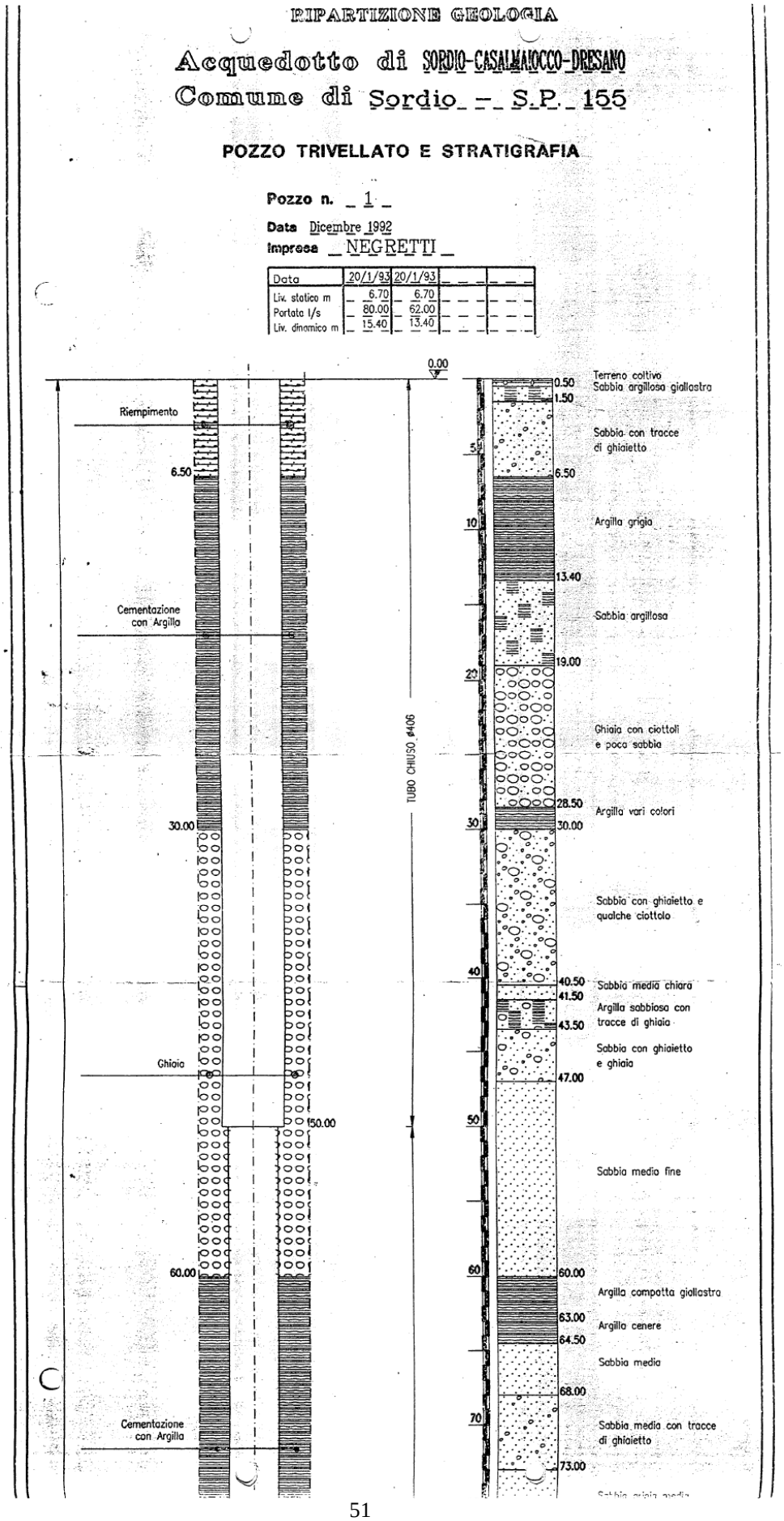
Grafico correlazione CPT - Litologia

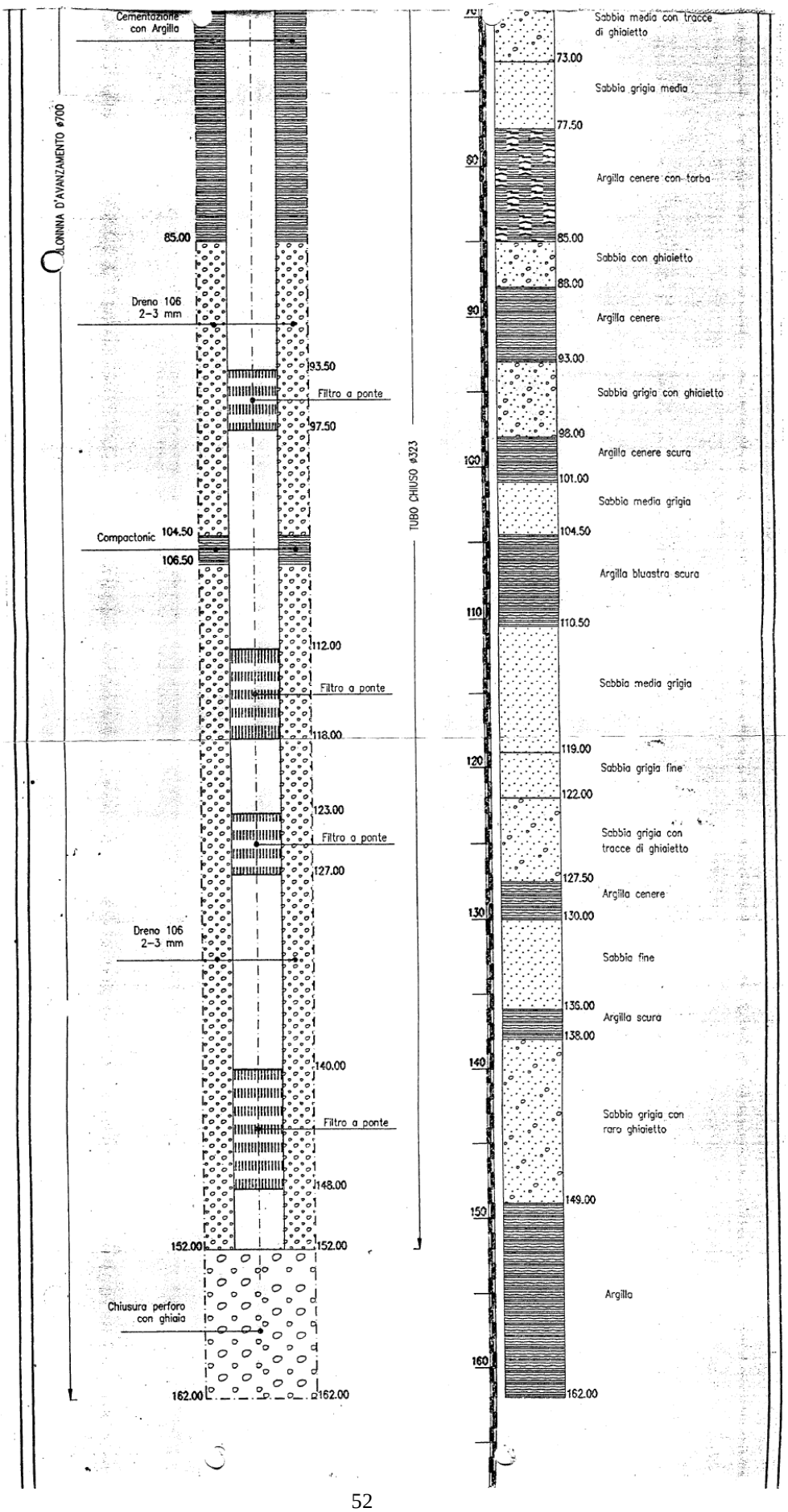
Legenda (criterio di Schmertmann)

SbC=Sabbia cementata	SbD=Sabbia addensata	SbM=Sabbia med.addensata
SbS=Sabbia sciolta	SbLm=Sabbia e limo	ASL=Argilla sabbiosa/limosa
Aog=Argilla organica	AMMI=Argilla inorg.molto molle	AMI=Argilla inorg.molle
AMd=Argilla inorg.med.consistente	Ac=Argilla inorg.consistente	AMC=Argilla inorg.molto consistente



Allegato 2 - STRATIGRAFIA DEL POZZO ACQUEDOTTISTICO


RIPARTIZIONE GEOLOGIA
Acquedotto di SORDIO-CASALMAIOCCO-DRESANO
Comune di Sordio - S.P. 155
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA
Pozzo n. 1
Data Dicembre 1992
Impresa NEGRETTI
Data 20/1/93 20/1/93
Liv. statico m 6.70 6.70
Portata l/s 80.00 62.00
Liv. dinamico m 15.40 13.40
0.00
Riempimento
6.50
Cementazione con Argilla
30.00
Ghiaia
50.00
60.00
Cementazione con Argilla
TUBO CHIUSO Ø406
0.50 Terreno coltivo
Sabbia argillosa giallastra
1.50 Sabbia con tracce di ghiaietto
6.50 Argilla grigia
13.40 Sabbia argillosa
19.00 Ghiaia con ciottoli e poca sabbia
28.50 Argilla vari colori
30.00 Sabbia con ghiaietto e qualche ciottolo
40.50 Sabbia media chiara
41.50 Argilla sabbiosa con tracce di ghiaia
43.50 Sabbia con ghiaietto e ghiaia
47.00 Sabbia media fine
60.00 Argilla compatta giallastra
63.00 Argilla cenere
64.50 Sabbia media
68.00 Sabbia media con tracce di ghiaietto
73.00


Cementazione con Argilla
COLONNINA D'AVANZAMENTO ø700
TUBO CHIUSO ø323
85.00
Dreno 106 2-3 mm
93.50
Filtro a ponte
97.50
Compactonic
104.50
106.50
112.00
Filtro a ponte
118.00
123.00
Filtro a ponte
127.00
Dreno 106 2-3 mm
140.00
Filtro a ponte
148.00
152.00
152.00
Chiusura perforo con ghiaia
162.00
162.00
73.00
Sabbia media con tracce di ghiaietto
Sabbia grigia media
77.50
Argilla cenere con torba
85.00
Sabbia con ghiaietto
88.00
Argilla cenere
93.00
Sabbia grigia con ghiaietto
98.00
Argilla cenere scura
101.00
Sabbia media grigia
104.50
Argilla bluastra scura
110.50
Sabbia media grigia
119.00
Sabbia grigia fine
122.00
Sabbia grigia con tracce di ghiaietto
127.50
Argilla cenere
130.00
Sabbia fine
136.00
Argilla scura
138.00
Sabbia grigia con raro ghiaietto
149.00
Argilla
162.00

Allegato 3 - ELENCO DEI POZZI CENSITI SUL TERRITORIO COMUNALE

CODSIF	COMUNE	INDIRIZZO	ENTE	X	Y	USO	PROF
0980550020	Sordio	VICOLO CHIUSO 5	PRIVATO	1529067	5020955	d	16,0
0980550021	Sordio	VICOLO CHIUSO 3	PRIVATO	1529052	5020950	d	15,0
0980550026	Sordio	C.NA SORDIO-VIA DEI MILLE 2	PRIVATO	1529080	5020906	p-z	18,0
0980550038	Sordio	VIA EMILIA	PRIVATO	1528270	5021304	p-i	56,0
0980550041	Sordio	C.NA RONCOLO	PRIVATO	1529237	5021456	p-z	25,0
0980550042	Sordio	VIA EMILIA KM 309	PRIVATO	1528372	5020846	d	20,0
0980550043	Sordio	VIA EMILIA	PRIVATO	1529886	5020355	p	16,0
0980550044	Sordio	VIA EMILIA 3	PRIVATO	1528730	5020504	d	15,0
0980550046	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528690	5021205	pz	25,0
0980550047	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528723	5021206	cem	25,0
0980550048	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528755	5021375	pz	25,0
0980550049	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528706	5021204	pz	11,0
0980550050	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528676	5021239	pz	11,0
0980550052	Sordio	VIA I MAGGIO n 5	PRIVATO	1528723	5021063		