



## COMUNE DI MANERBIO



# PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DOCUMENTO DI PIANO

## AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011

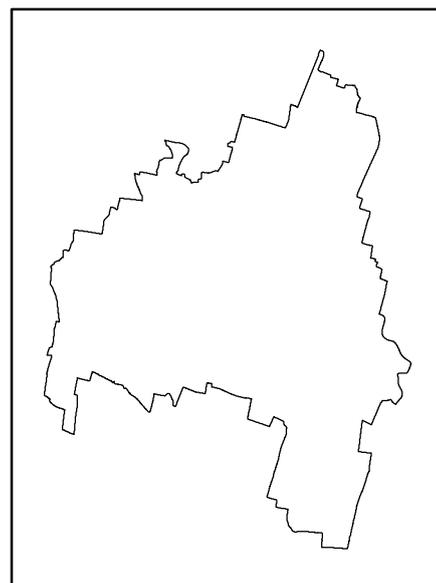
D.G.R. X/6738 del 19.06.2017

D.G.R. n. XI/6714 del 26/04/2022

(in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005)

Oggetto:

### RELAZIONE GEOLOGICA



File: Rel\_Manerbio\_Variante\_PGT.docx

Data: marzo 2023

Redatto	Verificato	Descrizione	Data	Rev.
Quassoli	Ziliani	Emissione	03/2023	00
Quassoli	Ziliani	Modificata in seguito alla D.C.C. n. 49 del 14/11/23 di approvazione della Variante al PGT	12/2023	01

### STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. Laura Ziliani  
Dott. Geol. Davide Gasparetti  
Dott. Geol. Gianantonio Quassoli  
Dott. Geol. Samuele Corradini

25123 Brescia - Via T. Olivelli, 5  
Tel. 030.3771189  
info@studiogeologiambiente.it  
www.studiogeologiambiente.com

Elaborato:

# RG

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. SINTESI BIBLIOGRAFICA.....	6
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	9
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE.....	10
4.1. Descrizione delle unità litologico-morfologiche (Tav.1).....	10
4.2. Elementi morfologici.....	12
4.3. Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	13
5. PERICOLOSITÀ SISMICA .....	14
5.1. Introduzione .....	14
5.2. Zona sismica di appartenenza .....	15
5.3. Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 3).....	16
5.4. Applicazione del 2° livello .....	17
5.4.1. Effetti litologici.....	17
6. SISTEMA IDROGRAFICO .....	20
6.1. Reticolo idrico principale e minore .....	20
6.2. I fontanili.....	20
7. PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA.....	23
7.1. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI).....	23
7.2. Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) .....	23
7.3. Mappe di pericolosità .....	24

7.4. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) .....	24
7.5. Mappe del rischio.....	25
8. IDROGEOLOGIA .....	28
8.1. Introduzione .....	28
8.2. Caratteristiche idrogeologiche del territorio .....	28
8.3. Descrizione delle sezioni idrogeologiche .....	30
8.4. Piezometria .....	30
8.5. Fonti di approvvigionamento idrico pubblico.....	31
8.6. Qualità delle acque sotterranee .....	33
8.7. Vulnerabilità dell'acquifero .....	36
8.7.1. Parametri considerati per la valutazione della vulnerabilità .....	36
8.7.2. Metodologia utilizzata .....	39
8.7.3. Valutazione della vulnerabilità .....	41
9. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO .....	42
9.1. Aree non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo .....	43
9.2. Aree poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo .....	43
10. CARTA DEI VINCOLI.....	44
11. CARTA DI SINTESI .....	47
12. CARTA PAI-PGRA.....	49

## 1. PREMESSA

Il Comune di Manerbio è dotato di studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., redatto nel Novembre 2008 secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, approvato con D.C.C. n. 48 del 18/08/2009, aggiornato nell'ambito della variante al documento di Piano, al Piano delle Regole e al Piano dei Servizi approvata con D.C.C. n. 29 del 22/06/2016. Nel 2019 è stata aggiornata la Carta della fattibilità della Componente geologica del PGT mediante una variante al Piano delle Regole (art. 13, comma 13, l.r. 12/2005) approvato con D.C.C. n. 13 del 15.06.2020.

Nell'ambito della redazione della Variante generale al Piano di Governo del Territorio, su incarico del Comune di Manerbio (Determina dirigenziale n. 488 del 21 ottobre 2019) è stato predisposto il presente aggiornamento della Componente geologica del Piano di Governo del Territorio (PGT), secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 e ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738, della D.G.R. 26 aprile 2022 n. XI/6314 e della D.G.R. 15 dicembre 2022 n. XI/7564.

L'aggiornamento della componente geologica del PGT ha le seguenti finalità:

- recepire le aree allagabili delimitate nelle Mappe di Pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) lungo il Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) e la relativa normativa ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738;
- recepire le modifiche apportate al reticolo idrico minore a seguito dell'aggiornamento dello studio per l'individuazione del reticolo idrico minore;
- recepire eventuali modifiche della situazione geomorfologica e aggiornare i dati geologici, geotecnici e idrogeologici;
- predisporre la Tavola con individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo
- effettuare la verifica della congruità tra le previsioni urbanistiche della Variante al PGT e i contenuti dello studio geologico del PGT con stesura della dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà (All. 1 alla D.G.R. XI/6314/2022).

Il presente aggiornamento riguarda gli elementi idrografici, idrogeologici, idraulici e sismici. Per quanto concerne le problematiche relative alle altre componenti indicate dalla D.G.R. n° 9/2616/7374 del 28/05/2008 (elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici; elementi geomorfologici e di dinamica morfologica) le nuove direttive regionali non comportano sostanziali modifiche

metodologiche, di conseguenza la loro descrizione, già contenuta nella Relazione Geologica del 2008, è stata aggiornata laddove erano disponibili dati più recenti.

I risultati del lavoro hanno condotto all'aggiornamento delle seguenti tavole:

TAV. 1: CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA– scala 1:10.000;

TAV. 2: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:10.000;

TAV. 3: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:10.000;

TAV. 4: CARTA DEI VINCOLI NORD E SUD– scala 1:5.000;

TAV. 5: CARTA DI SINTESI Nord e Sud – scala 1:5.000.

TAV. 6: CARTA DELLA FATTIBILITÀ PER LE AZIONI DI PIANO NORD E SUD – scala 1:5.000.

La Carta PAI dello studio vigente è stata sostituita, ai sensi della D.G.R. n. X/6738/2017, dalla CARTA PAI-PGRA (Tav. 7).

Sono state inoltre aggiornate le Norme Geologiche di Piano.

Infine, è stata prodotta la TAVOLA A – INDIVIDUAZIONE DELLE AREE NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO. Si tratta di una tavola richiesta nell'ambito sia dello "Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico" (art.14, comma 7, lettera a, numero 6bis del Regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7) che del "Documento semplificato del rischio idraulico comunale" (art.14, comma 8, lettera a, numero 3bis).

Questa tavola risulta utile, oltre che per definire le misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica, anche per programmare le indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, nonché nella pianificazione urbanistica.

Alla luce di contenuti della Deliberazione del Consiglio Comunale n. 49 del 14/11/2023, nelle more dell'aggiornamento del Documento di Polizia Idraulica, si riportano negli elaborati della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT le delimitazioni e le norme dello studio del RIM vigente.

Di conseguenza vengono modificati i seguenti elaborati:

- Relazione geologica;
- Norme Geologiche di Piano;
- TAV. 2: Carta Idrogeologica e del sistema idrografico – scala 1:10.000;

- TAV. 4: CARTA DEI VINCOLI NORD E SUD– scala 1:5.000;
- TAV. 6: CARTA DELLA FATTIBILITÀ PER LE AZIONI DI PIANO NORD E SUD – scala 1:5.000.

## 2. SINTESI BIBLIOGRAFICA

Per il presente lavoro è stata svolta una ricerca storica e bibliografica finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame. In particolare, sono stati consultati: gli studi disponibili in bibliografia, il Sistema Informativo Territoriale regionale, gli studi di tipo geologico presenti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, le cartografie disponibili al momento della stesura della presente relazione, le pubblicazioni effettuate dai vari Enti Territoriali (v. bibliografia di seguito riportata).

### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1995) - *Manerbio: storia e archeologia di un Comune della pianura bresciana*. Museo Civico di Manerbio.
- ALLER L., BENNET T., LEHR J.H., PETTY R.J. (1985) - *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeological Settings*. EPA/600/2-85/018, National Water Well Association – Worthington;
- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottopr. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- ARPA (2006) – *Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei – Studio idrogeologico della pianura Bresciana*, Brescia.
- A.T.I.: Enel Hydro - Aquater - Idro - C. Lotti & Associati Studio Paoletti (2006) - *Monografia del Torrente Garza Inferiore estratta da: Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio*, Autorità di Bacino del Fiume Po, Parma.
- BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. In: "Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione", Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica. Ed. Ramperto, Brescia.

- BONI A. & PELOSO G.F. (1982) - *Dati sulla neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia", di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda"*. In: C.N.R. - "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta neotettonica d'Italia", pubbl.506 P.F. Geodinamica.
- BONOMI T., VERRI R. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali*. Acque Sotterranee n.60, Anno XV, Dicembre 1998.
- CASSINIS G. e CASTELLARIN A. - *Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000*, Pubbl. 441, Prog. Fin. Geodinamica.
- CASSINIS G., PEROTTI C., VERCESI P.L. (1980) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca*. In: Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa, Ateneo di Brescia.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy). A study in quaternary geology and soil development* – Unicopli – Milano.
- DENTI E., LAUZI S., SALA P., SCESI L. (1988) - *Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese*. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.
- FUMAGALLI L. ET ALII (2019) – *Valutazione dei valori di fondo per le acque sotterranee*. Università degli Studi Bicocca.
- MINELLI R. (1995) - *Geomorfologia del Quaternario della pianura centrale bresciana in: Manerbio: storia e archeologia di un comune della bassa bresciana*, Museo Civico di Manerbio.
- PROVINCIA DI BRESCIA Assessorato all'Ambiente-Ecologia, Attività estrattive ed Energia (2006) – *Studio Idrogeologico della Pianura Bresciana* a cura di Dott. Geol. Daniela Chiarini.
- REGIONE LOMBARDIA (2001) - *Piano Territoriale Paesistico Regionale* – B.U. Regione Lombardia n. 32 – Milano.
- REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (a cura di C. Carcano e A. Piccin.) (2002) - *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia*, SELCA, Firenze.
- REGIONE LOMBARDIA (2016) - *Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) 2016*

- ROTIROTI M., FUMAGALLI M., BONOMI T. (2014) - *Come gestire potenziali contaminazioni da As, Fe e Mn nelle acque sotterranee della bassa Pianura Padana: una proposta dal caso studio di Cremona*. Acq. Sott. Ital. J. Groundw. 3 (2/136):9-16.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) - *Carta Geologica della Regione Lombardia* in scala 1:250.000 – Milano.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta Geologica d'Italia* in scala 1:100.000, Foglio 47 - Brescia.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta Geologica d'Italia* in scala 1:100.000, Foglio 67 - Cremona.
- STUDIO IDROGEOLOGICO ASSOCIATO (2001) - *Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione comunale ai sensi della L.R. 41/97 e della D.G.R. n. 6/37918/98*, Comune di Manerbio.
- ZAVATTI A., ATTRAMINI D., BONAZZI A., BORALDI V., MALAGÒ R., MARTINELLI G., NALDI S., PATRIZI G., PEZZERA G., VANDINI W., VENTURINI L., ZUPPI GM. (1995) - *La presenza di Arsenico nelle acque sotterranee della Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochemiche*. Quad. Geol. Appl. S2:2.301-2.326.
- ZILIANI L. (1994) - *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee della pianura bresciana* – scala 1:25.000, Studi preliminari del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia.
- ZILIANI L. (1996) - *Progetto di una rete di monitoraggio idrogeologico e geochemico degli acquiferi di pianura, di valle e di anfiteatro morenico della provincia di Brescia*. Committ.: Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il comune di Manerbio è inserito nel settore della pianura bresciana centrale ed occupa una superficie di 27.86 km<sup>2</sup>. Partendo da nord e procedendo in senso orario, i comuni confinanti sono: Offlaga, Bagnolo Mella, Leno, Cigole, San Gervasio, Bassano Bresciano e Verolanuova.

Il territorio comunale presenta una morfologia globalmente pianeggiante, interrotta dall'incisione del Fiume Mella, disposta da NW verso SE.

La quota altimetrica maggiore si ritrova a nord di C.na Colombare e risulta pari a circa 73 m s.l.m.; la quota minima, pari a 50 m s.l.m., è ubicata poco a sud di Cascina Lepre, all'interno della Valle del F. Mella.

## 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1. DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO-MORFOLOGICHE (TAV.1)

Lo studio geologico e geomorfologico del territorio di Manerbio è stato condotto partendo dall'analisi della bibliografia, dai dati stratigrafici disponibili, nonché dai dati pedologici, integrati dalla lettura delle fotografie aeree e da rilievi sul terreno. Sono stati utilizzati i dati contenuti nella Carta morfologica elaborata dal dott. Rodolfo Minelli nel 2008 per lo Studio Marcellina Bertolinelli. I dati morfologici e pedologici sono stati utili per la delimitazione delle unità litologiche in quanto nelle zone di pianura esiste generalmente una buona corrispondenza tra litologia, morfologia e tipo di suolo.

I dati rilevati sono rappresentati in TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.

Dal punto di vista geologico la parte più antica del territorio di Manerbio è rappresentata dalla piana fluvioglaciale e fluviale che costituisce il livello fondamentale della pianura, formatasi alla fine del Pleistocene.

Successivamente, durante l'Olocene, il Fiume Mella ha inciso i depositi fluvioglaciali e fluviali, formando una valle fluviale all'interno della quale ha depositato sedimenti alluvionali. In seguito, questi ultimi sono stati a loro volta incisi e all'interno del nuovo solco d'erosione sono state deposte le alluvioni più recenti. Man mano che il F. Mella incideva la propria valle fluviale, anche i suoi affluenti erodevano i depositi fluvioglaciali e fluviali della pianura, producendo strette incisioni vallive.

Il territorio appartenente al "livello fondamentale della pianura" ricade nella cosiddetta bassa pianura sabbiosa, costituita da **depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali** prevalentemente sabbiosi e limosi riferibili al Pleistocene superiore

Tali sedimenti sono costituiti da alternanze di sabbie e limi con intercalazioni ghiaiose o argillose. Le diverse facies formano corpi stratiformi potenti diversi metri.

Nella Figura successiva (Figura 1) è riportato uno schizzo relativo alla litologia superficiale del territorio di Manerbio tratto dal lavoro di Minelli R. (1995), contenuto in *Manerbio: storia e archeologia di un comune della bassa bresciana*. La figura evidenzia a nord del fiume Mella, in sinistra idrografica, la presenza di corpi allungati disposti in senso ortogonale al fiume caratterizzati da granulometria variabile, mentre in sponda destra è indicato un grosso corpo sabbioso disposto parallelamente al fiume.

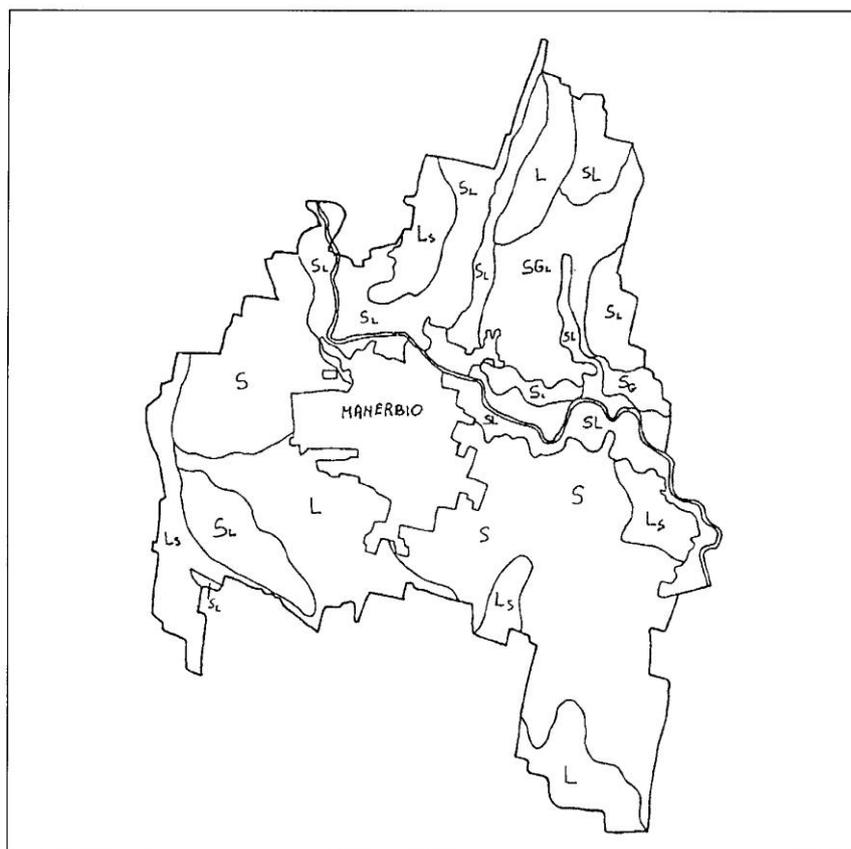


Fig. 1 Schizzo riportante la litologia superficiale del territorio di Manerbio (scala 1:70.000 ca.).

(Tratta da "Geomorfologia del quaternario della pianura centrale bresciana" - Rodolfo Minelli)

**S** = sabbie  
**L** = limi  
**SL** = sabbie e limi  
**LS** = limi sabbiosi  
**SG** = sabbie ghiaiose  
**SGL** = sabbie e ghiaie limose

(la carta è derivata non schematicamente dalla carta pedopaesaggistica)

Il livello fondamentale della pianura, solitamente caratterizzato da una morfologia pianeggiante, nel territorio di Manerbio presenta alcune forme tipiche, costituite da aree debolmente rilevate e da aree depresse, in genere strette ed allungate, che corrispondono ad antichi percorsi delle acque superficiali.

Il livello fondamentale della pianura è inciso dalla valle del Fiume Mella, depressa di circa 6-8 metri, delimitata da scarpate erosive.

Sui bordi della valle sono presenti terrazzi intermedi (Pleistocene sup.-Olocene), ovvero situati a quote intermedie tra il livello fondamentale e la piana valliva; rappresentano brandelli di piane più antiche risparmiate dalle fasi erosive che hanno successivamente abbassato il livello sino a portarlo a quello attuale.

La forma delle scarpate principali che delimitano una valle di pianura è strettamente legata al tipo di alveo che l'ha generata; in questo caso è evidente dal succedersi di forme tondeggianti testimoni di un andamento meandriforme del corso d'acqua.

Litologicamente l'unità dei terrazzi intermedi presenta analogie con l'unità del livello fondamentale della pianura: sono presenti **depositi fluviali** prevalentemente sabbiosi e limosi.

La piana alluvionale recente ed attuale del F. Mella (Olocene) è costituita da **depositi fluviali** rappresentati in prevalenza da sabbie fini, limi e argille con locali intercalazioni sabbiose.

In sponda idrografica sinistra del F. Mella si rilevano delle incisioni degli affluenti antichi e recenti del F. Mella (Olocene), caratterizzate da **depositi fluviali** a granulometria fine (sabbie fini e limi) messi in posto ad opera dei corsi d'acqua secondari il principale dei quali è rappresentato dalla Seriola Molone.

La morfologia del territorio di Manerbio risente sensibilmente anche dell'attività antropica. Come illustrato dall'elaborato cartografico (Tav. 1), è presente una cava a "fossa", prodotta dall'attività estrattiva di ghiaia e sabbia, che ha raggiunto la falda acquifera. La cava è situata all'interno dell'Ambito Territoriale Estrattivo (ATE) 48.

Sul territorio sono state rilevate altre depressioni riconducibili a passate attività estrattive che almeno in due casi hanno raggiunto la falda acquifera.

#### 4.2. ELEMENTI MORFOLOGICI

Sulla tav. 1 sono riportati gli elementi morfologici che caratterizzano il paesaggio del territorio di Manerbio.

Le scarpate e i raccordi in pendenza naturali sono stati distinti da quelli antropici e suddivisi in base al dislivello superiore o inferiore al metro.

Sono inoltre illustrate le forme del microrilievo rappresentate da: aree debolmente rilevate o ribassate rispetto ai livelli medi circostanti, aree depresse di forma allungata corrispondenti ad antiche linee di drenaggio superficiale, superfici di raccordo a pendenze basse, direzioni di pendenza in superfici ondulate.

Nella depressione del Vaso Molone e del Vaso Lusignolo sono presenti alcuni fontanili che rivestono un notevole interesse oltre che dal punto di vista idraulico e storico, anche dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, in quanto la costanza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali tipiche.

Le depressioni occupate dal Vaso Molone e dalla Seriola Lusignolo, oltre a raccogliere le acque risorgive di alcuni fontanili, fungono da collettori delle acque meteoriche. In occasione di precipitazioni intense e prolungate possono essere interessate da fenomeni di allagamento a causa sia delle acque superficiali che sono smaltite con difficoltà dai corsi d'acqua, sia dell'innalzamento della falda acquifera che frequentemente è subaffiorante.

Sulla Tav. 1 sono riportate le "aree periodicamente allagate": si tratta delle aree che storicamente sono state soggette ad allagamenti.

Tra gli elementi morfologici legati all'attività antropica sono indicati in carta le depressioni di cava, sia la cava a fossa presente nell'Ambito Territoriale Estrattivo (ATE) 48, sia altre depressioni riconducibili a passate attività estrattive.

#### **4.3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

I dati di tipo geotecnico relativi al comune di Manerbio sono piuttosto scarsi. Tuttavia, le caratteristiche geologiche, descritte nel paragrafo precedente, consentono di affermare che i depositi fluvioglaciali e fluviali presenti in corrispondenza del livello fondamentale della pianura possiedono caratteristiche geotecniche generalmente discrete, inferiormente alla copertura pedologica.

Si segnalano lenti e locali coperture (fino a 3.0 metri) di terreni fini poco addensati.

Per quanto riguarda le altre unità presenti sul territorio (terrazzi intermedi, valle del F. Mella e incisioni degli affluenti recenti e attuali) si segnala una generale diminuzione della granulometria e dello stato di addensamento, soprattutto nei primi metri. In particolare, si segnalano terreni fini coesivi, saturi e molto poco addensati, in corrispondenza delle alluvioni più recenti del F. Mella e dei corsi d'acqua secondari.

Le considerazioni appena espresse sono indicative del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018) per la realizzazione di interventi specifici sul territorio.

## 5. PERICOLOSITÀ SISMICA

### 5.1. INTRODUZIONE

La sismicità del territorio è legata alla presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettonogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e l'attuale (cioè negli ultimi 5,2 milioni di anni). Si possono distinguere movimenti neotettonici lineari che si sviluppano lungo superfici di discontinuità preesistenti (faglie o superfici di sovrascorrimento) e movimenti neotettonici areali che determinano sollevamenti e/o abbassamenti differenziali.

Nella Carta neotettonica d'Italia (Ambrosetti et al., 1987), modificata da Cassinis et alii, 1990, il territorio di Manerbio appartiene ad "un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario".

La sismicità di questa zona della pianura è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale della pianura si ha invece un pronunciato sistema di embriazione N-vergente che costituisce l'avanfossa essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale.

I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico.

Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente di tali movimenti in modo maggiormente consistente rispetto al margine settentrionale.

Per quanto concerne l'evoluzione tettonica della pianura meridionale a partire dal Pliocene inferiore fino a tutto il Pleistocene si evidenzia una lenta subsidenza generalizzata non compensata dalla sedimentazione (Baraldi et alii, 1980). Nell'intervallo successivo (fino a 18.000 anni fa) si assiste ad un progressivo riempimento del bacino ed il motivo tettonico predominante continua ad essere l'abbassamento generalizzato di tutta l'area; tale movimento è stato dedotto dagli Autori in relazione al notevole spessore dei sedimenti continentali.

Nel territorio situato a cavallo tra le province di Brescia, Bergamo e Cremona, già dichiarato sismico dal D.M. 05.03.1984, oltre ad eventi di minore intensità, si ricorda il terremoto del 1802 che si verificò in più riprese nei giorni 11, 12, 14, 19, 20 maggio e 2 giugno. L'evento principale, di intensità VIII della scala Mercalli, avvenne il 12 maggio alle ore 9,30 e causò gravissimi danni ad Orzinuovi e nei paesi limitrofi. Nel Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980 viene indicato come epicentro per questo terremoto il comune di Offanengo.

## 5.2. ZONA SISMICA DI APPARTENENZA

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti alla classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003. Il Comune di Manerbio ricade in Zona Sismica 3.

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Già l'OPCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di  $a_g$  sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di Manerbio in zona sismica 3.

Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa.

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)" viene proposta la revisione delle zone sismiche con lo scopo principale di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento derivanti dalle NTC 2008 per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di  $a_g$  desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, mantiene

la classificazione del Comune di Manerbio in zona 3 con un valore di riferimento di  $a_0$ max pari a 0.13687.

### 5.3. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 3)

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni di tipo geologico e/o bibliografico. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate in Tabella 1.

**Tabella 1 - Scenari di pericolosità sismica locale**

<b>Sigla</b>	<b>Scenari di pericolosità sismica locale</b>	<b>Effetti</b>
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	
Z2a	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	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 cucuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura 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 (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona 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

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili al seguente scenario, rappresentato sulla CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tav. 3):

1. Z4a – Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (amplificazione litologica);

Si rende quindi necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

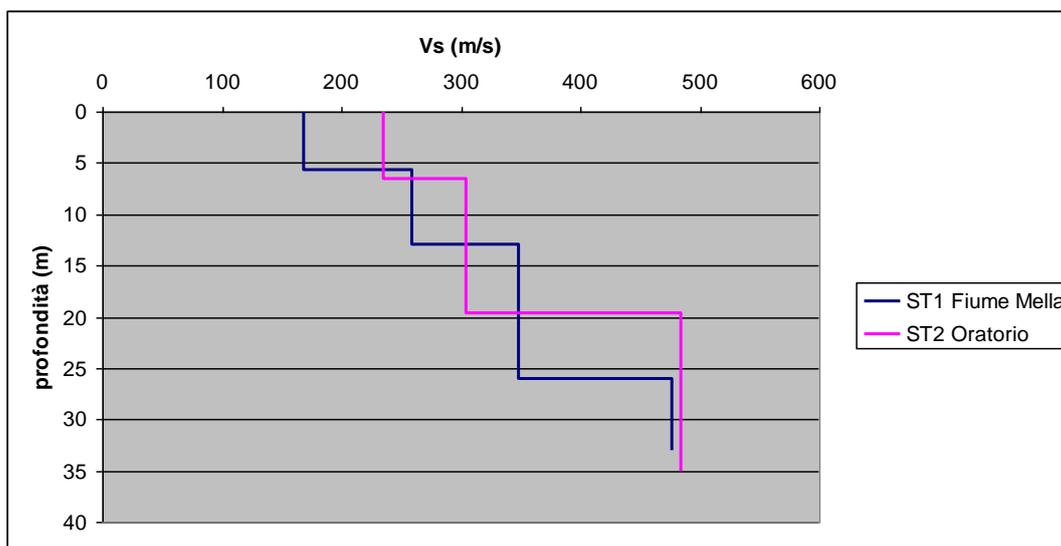
#### 5.4. APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO

##### 5.4.1. Effetti litologici

Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità  $V_s$  di ciascuno strato.

È stata quindi effettuata un'indagine geofisica di sismica a rifrazione al fine di ricostruire il modello geofisico del sottosuolo in due aree campione (scelte sulla base del modello geologico emerso dalle carte di analisi) rappresentative delle litologie che si ritrovano nel territorio di Lograto. L'ubicazione degli stendimenti è riportata in TAVOLA 3 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle  $V_s$  con la profondità per le indagini utilizzate per l'analisi sismica del territorio di Manerbio.



Entrambi gli stendimenti mostrano come non sia stato possibile raggiungere il bedrock sismico ( $V_s = 800$  m/s) a causa dei limiti intrinseci della metodologia di indagine, che non permette di indagare profondità maggiori di 30-35 m.

Per questo motivo, sulla base del gradiente delle  $V_s$  nei primi 30-35 m emerso dall'indagine, è stato ricostruito l'andamento delle  $V_s$  fino al valore di 800 m/s.

### **Stendimento n° 1 – Fiume Mella**

In base ai valori delle onde di taglio ( $V_s$ ) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C ( $V_{s30} = 275$  m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio  $V_s$  con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.491 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia sabbiosa (Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616/2011), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo  $T = 0.491$  s, il fattore di amplificazione risulta  $F_a = 1.5$  nell'intervallo 0.1-0.5 s e  $F_a = 1.8$  nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di  $F_a$  ( $F_a$  abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Manerbio per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
1.5	1.8	1.8	2.4

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di  $F_a$  ottenuti dall'abaco.

### **Stendimento n° 2 – Oratorio**

In base ai valori delle onde di taglio ( $V_s$ ) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C ( $V_{s30} = 326$  m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio  $V_s$  con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.452 s.

Utilizzando la scheda relativa alla litologia sabbiosa (Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616/2011), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo  $T = 0.452$  s, il fattore di amplificazione risulta  $Fa = 1.5$  nell'intervallo 0.1-0.5 s e  $Fa = 1.7$  nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di  $Fa$  ( $Fa$  abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Manerbio per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
1.5	1.8	1.7	2.4

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di  $Fa$  ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per lo scenario Z4a identificato nel territorio di Manerbio la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 17 gennaio 2018) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

## 6. SISTEMA IDROGRAFICO

### 6.1. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

L'Amministrazione Comunale ha predisposto nel 2008 lo studio *Individuazione del reticolo idrografico principale e minore e normativa di polizia idraulica* (realizzato a cura dell'U.T. - Arch. Maria Vittoria Tisi, Dott. Alessandro Borsetti e Geom. Roberto Carrera) in attuazione della D.G.R. 7/7868 del 25 Gennaio 2002 e successive modifiche e integrazioni.

Lo studio individua il reticolo idrografico principale, costituito dal F. Mella, e quello minore costituito da una serie di canali secondari in parte gestiti direttamente dal Comune di Manerbio, in parte gestiti da una serie di consorzi minori.

Il reticolo idrografico minore di Manerbio è complesso e consente di irrigare i terreni agricoli attraverso innumerevoli canali secondari. I canali principali sono alimentati a monte dalla fascia delle risorgive.

Per una più approfondita trattazione e descrizione del reticolo idrografico minore si rimanda allo studio *Individuazione del reticolo idrografico principale e minore e normativa di polizia idraulica* prodotto dall'Amministrazione Comunale.

La CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) riporta, oltre al F. Mella, i principali canali individuati dallo studio succitato classificati come canali di I° ordine in gestione all'Amministrazione Comunale (*aste di larghezza maggiore (circa 4 m), aventi direzione di deflusso prevalente N-S, frequentemente bordate da strade alzaie e/o da filari di ripa (piantate). In molti casi presentano assetto naturaliforme, con alveo in terra ad andamento tortuoso. Si caratterizzano per la presenza costante di acqua con portate variabili in funzione dell'utilizzo e delle utenze asservite. In tali canali è presente una buona vegetazione di fondo che favorisce lo sviluppo di un ecosistema stabile*).

### 6.2. I FONTANILI

I fontanili sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Essi delineano una fascia che attraversa tutta la pianura in senso trasversale, con variazioni di direzione anche notevoli, come in corrispondenza del fiume Mella, dove essa tende ad incunearsi verso nord.

La genesi delle risorgive è da collegarsi alla variazione della granulometria dei depositi che costituiscono la pianura, via via più fini in direzione sud. La diminuzione della permeabilità dell'acquifero superficiale induce l'avvicinamento al piano campagna del livello freatico che viene intersecato in corrispondenza di depressioni o cavità artificiali determinando l'emergenza delle acque di falda. Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua, denominata "risorgiva". L'uomo ha saputo sfruttare fin dal secolo XI questa situazione naturale, modificando l'emergenza dell'acqua e aumentando la produttività delle risorgive.

Un fontanile è composto da una testa che può avere varie forme e che generalmente è costituita da un ampio scavo profondo anche 3-4 m rispetto al piano campagna. Essa delimita una zona ove sono infissi tubi che possono spingersi nel sottosuolo anche per 5-10 m, catturando filetti idrici più profondi e caratterizzati da un carico idraulico maggiore, facilitando così la risalita dell'acqua. Quest'ultima viene incanalata e convogliata in canali, dette aste del fontanile.

La genesi delle risorgive è da collegarsi alla variazione della granulometria dei depositi che costituiscono la pianura, via via più fini in direzione sud. La diminuzione della permeabilità dell'acquifero superficiale induce l'avvicinamento al piano campagna del livello freatico che viene intersecato in corrispondenza di depressioni o cavità artificiali determinando l'emergenza delle acque di falda. Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua, denominata "risorgiva". L'uomo ha saputo sfruttare fin dal secolo XI questa situazione naturale, modificando l'emergenza dell'acqua e aumentando la produttività delle risorgive.

I fontanili, oltre alla funzione irrigua, possiedono una funzione ecologica, in quanto rappresentano una testimonianza delle zone umide che un tempo rivestivano aree ben più ampie della pianura lombarda e, di conseguenza, costituiscono frammenti residuali tuttora in grado di ospitare flora e fauna tipica di queste zone. Si tratta quindi di un'area strategica per la conservazione della biodiversità nella Pianura Lombarda, come riconosciuto nella descrizione della Rete Ecologica Regionale (RER) di cui i fontanili costituiscono gangli primari.

L'importanza dei fontanili da diversi punti di vista è sottolineata anche dai contenuti del Piano Paesaggistico, sezione specifica del Piano Territoriale Regionale, PTR, che all' articolo 21 "*L'infrastruttura idrografica artificiale della pianura: principali Navigli storici, canali di bonifica e rete irrigua*", introduce norme a difesa del fontanile.

Nell'ambito dello studio geologico da noi realizzato sono stati individuati 3 fontanili la cui ubicazione è indicata sia sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1), sia sulla CARTA IDROGEOLOGICA DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2).

Due dei fontanili individuati si localizzano all'interno della depressione della Seriola Molone, a monte e a valle di C.na Colombare. Un terzo fontanile, attualmente asciutto, è situato lungo il corso della Seriola Lusignolo, in prossimità di Casa Consorzio.

## **7. PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA**

### **7.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO (PAI)**

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM 34 maggio 2001. Riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni contiene:

- nell'Elaborato 8 la delimitazione delle Fasce Fluviali;
- nell'Elaborato 2 -Allegato 4 la delimitazione delle aree in dissesto;
- nell'Elaborato 7 le Norme di Attuazione

In comune di Manerbio le fasce fluviali sono delimitate come rappresentato sulla Carta dei Vincoli (Tav. 4).

### **7.2. IL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)**

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, è stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e sono individuate le misure per ridurre il rischio stesso, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata.

Con D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

### 7.3. MAPPE DI PERICOLOSITÀ

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle Mappe di Pericolosità del PGRA; sono previsti tre scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Le aree allagabili riguardano quattro diversi “ambiti territoriali” che si differenziano tra loro per i diversi approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili stesse:

- Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM);
- Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree Costiere Lacuali (ACL).

**Nel territorio di Manerbio le Mappe di Pericolosità del PGRA individuano aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).**

### 7.4. RETICOLO PRINCIPALE DI PIANURA E DI FONDOVALLE (RP)

La delimitazione delle aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) deriva da studi commissionati dall’Autorità di Bacino.

In particolare, le aree di allagamento definite nelle Mappe di pericolosità del PGRA lungo il F. Mella derivano dagli “*Studi di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio*” (R.T.I.: Enel Hydro - Aquater - Idro - C. Lotti & Associati Studio Paoletti, marzo 2006), predisposti dall’Autorità di Bacino del F. Po.

Esse comprendono:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L).

In comune di Manerbio le fasce fluviali sono delimitate come rappresentato sulla Carta dei Vincoli (Tav. 4).

**Le aree allagabili individuate nelle mappe di pericolosità del PGRA non coincidono con le Fasce Fluviali del PAI in quanto sono state delimitate con una metodologia differente rispetto a quella utilizzata per le Fasce Fluviali.**

I tempi di ritorno associati alle frequenze previste dalla Direttiva Alluvioni, sono i seguenti:

- Alluvioni frequenti (P3/H) tempo di ritorno 20 anni;
- Alluvioni poco frequenti (P2/M) tempo di ritorno 200 anni;
- Alluvioni rare (P1/L) tempo di ritorno 500 anni;

Come riportato nella D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, l'Autorità di Bacino del Fiume Po dovrebbe procedere in futuro, in accordo con Regione Lombardia, ad avviare una specifica variante al PAI a scala di asta fluviale (variante d'asta) al fine di aggiornare le fasce fluviali.

In ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA devono procedere obbligatoriamente ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA.

## **7.5. MAPPE DEL RISCHIO**

Il PGRA contiene le Mappe del rischio che rappresentano il risultato finale dell'incrocio tra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti e raggruppati in classi omogenee di danno potenziale.

I dati sugli elementi esposti derivano principalmente dalle carte di uso del suolo regionali. Per definire le aree edificate è stata utilizzata l'Ortofoto AGEA 2012, ma è possibile aggiornarle con quelle rappresentate sull'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale di Regione Lombardia.

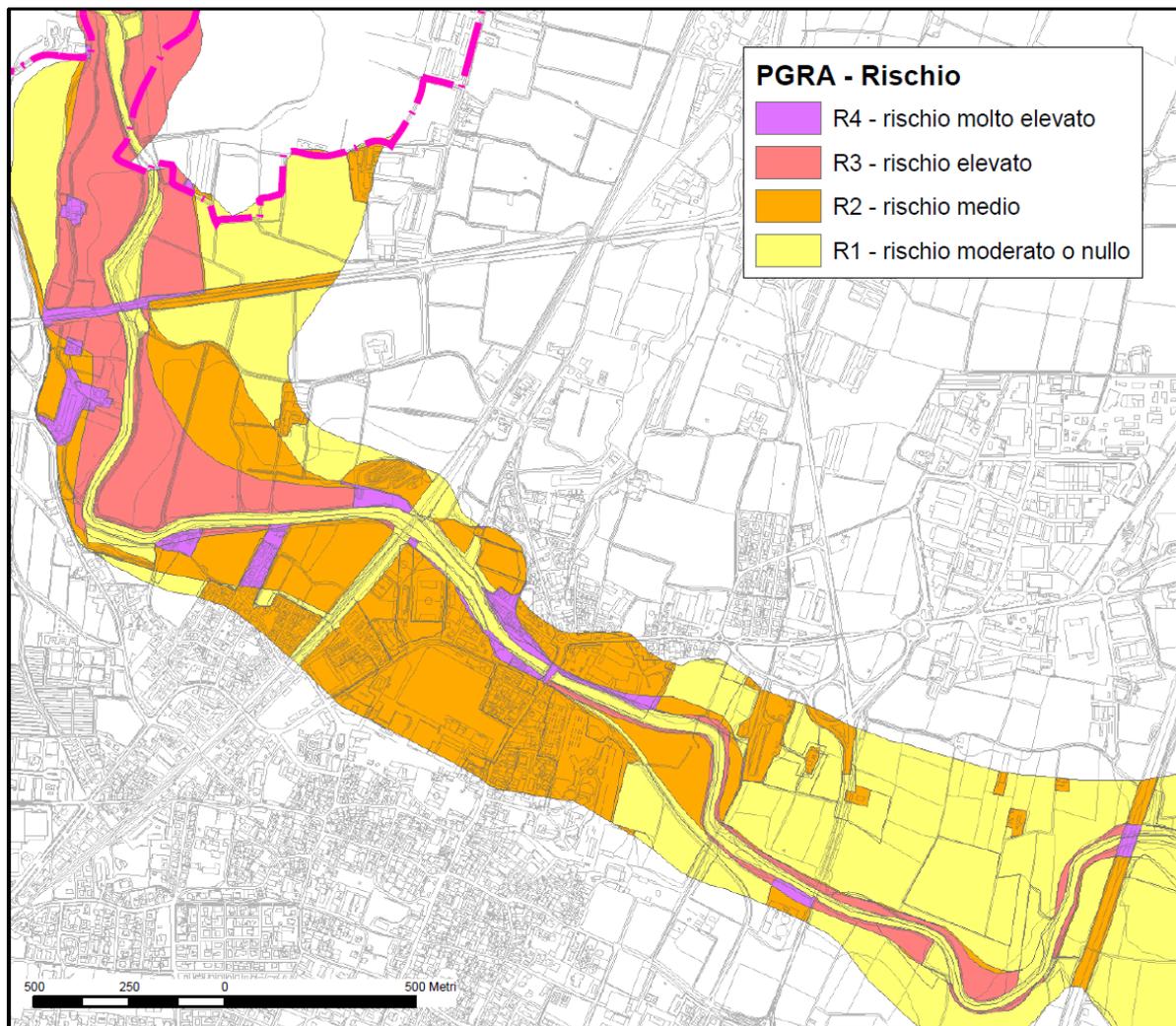
La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice.

Le Mappe del rischio classificano il territorio interessato da allagamenti secondo 4 gradi di rischio crescente:

- R1 - rischio moderato o nullo;

- R2 - rischio medio;
- R3 - rischio elevato;
- R4 - rischio molto elevato.

La Mappa del rischio del PGRA relativa al territorio di Manerbio è illustrata in Figura 7.1 riportata di seguito.



**Figura 7.1** – *Mappa del rischio del PGRA per il territorio di Manerbio*

In ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, par. 3.1.3, entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, d'intesa con l'Autorità regionale o

provinciale competente in materia. Tale valutazione di dettaglio della pericolosità e del rischio locali verrà eseguita in occasione dell'adeguamento del PGT al PTR integrato alla l.r. 31/2014.

## 8. IDROGEOLOGIA

### 8.1. INTRODUZIONE

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, nell'ambito del presente lavoro, è finalizzato principalmente alla tutela delle risorse idriche sotterranee e delle captazioni a scopo idropotabile.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale sono illustrate dalla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2). Nella Tabella 8.1 si riporta l'elenco dei pozzi la cui ubicazione è riportata sulla Tav.2. Per alcuni di essi è stata reperita la stratigrafia dei terreni attraversati durante la perforazione che è allegata alla presente relazione.

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi sono state elaborate due sezioni idrogeologiche che illustrano l'andamento spaziale dei depositi nel sottosuolo.

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2) è riportata la piezometria rilevata dal nostro studio nel settembre 1996 nell'ambito del "Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee" della Provincia di Brescia.

### 8.2. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

L'osservazione delle stratigrafie dei pozzi ha permesso di distinguere, nel sottosuolo di Manerbio, due unità idrogeologiche principali che vengono di seguito descritte.

**L'unità idrogeologica superficiale** è caratterizzata da depositi sabbiosi con intercalazioni ghiaioso-limoso-argillose ed è presente fino a 30-40 m di profondità.

In riferimento al Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) 2016 questa unità idrogeologica corrisponde all'**Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS)**. In relazione al lavoro di Regione Lombardia e di Eni Divisione Agip (2002) - *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia* questa unità idrogeologica è contenuta nella porzione superficiale del Gruppo Acquifero A (sottogruppo A1).

Tale unità è sede di una falda acquifera libera o semiconfinata con produttività limitata.

In superficie sono localmente presenti orizzonti limosi, come evidenziato nel paragrafo 4.1.

Tabella 8.1 - Pozzi pubblici e privati

N°	PROPRIETA'	LOCALITA'	DITTA COSTRUTTRICE	ANNO	MISURE DI COLLAUDO			Profondità m	Quota m slm	Stratigrafia
					Livello Statico m	Livello dinamico m	Portata l/s			
1*	Amministrazione Comunale	Giardino Comunale		1940						
2*	Amministrazione Comunale	Via Verdi - Macello	Della Torre	1965						
3*	Amministrazione Comunale	Via Verdi - Macello	Costa	1952						
4*	Amministrazione Comunale	Via Roncagnani	Costa	1968	3.2	25	25	109.00		
5	Amministrazione Comunale	Via Verdi	Costa	1970-2004	sal.	7	45	205.00	61.60	
6	Amministrazione Comunale	Via Roncagnani	Costa	gen-74	1.4	10	50	201.00	66.10	si
7	Amministrazione Comunale	Vic. Castelletto	Costa	1980	+ 2,6	19.7	60.8	210.50	60.40	si
8	Amministrazione Comunale	Via Lombardia	Costa	1983	0.8	18.4	100	203.00	65.50	si
21/1	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5						25.00	59.00	
21/2	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5	Della Torre	1970				30.60	58.60	si
21/3	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5						19.30	59.00	
21/4	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5						20.00	58.50	
21/5	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5						40.00	59.00	
21/6	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5						22.50	59.00	
21/7	Manif. Lane Marzotto	Via Verdi 5			2.5			30.00	58.00	
22/1	Ospedale Civile	Via Marconi 7	IPTA	1972	+2	15	33	99.24	58.00	
22/2	Ospedale Civile	Via Marconi 7	IPTA	1991				191.00	58.00	
23/1	Ventura Alessandro	Via Brescia 87						138.00	67.30	
23/2	Ristorante Alessandro (Ventura A.)	Via Brescia 87		1992				110.00	67.30	
24/1	Le Cupole srl (Filippini Battista)	Via Brescia 93 Bar		1975				106.00	67.50	
24/2	Le Cupole srl (Filippini Battista)	Via Brescia 93 Piscina		1987				107.00	67.50	
25/1	Lastra SpA	Via Brescia 36	IPTA	1987	p.c.	6	36	185.00	59.50	
25/2	Lastra SpA	Via Brescia 36							59.50	
26	Coglio Adriano	Via Brescia 88						80.00	67.40	
27	Frattini Antonio	Via Brescia 23						45.00		
28	Manfredini Michele (Linee Verdi)	Via Brescia 86						50.00	67.40	
29	Peroni Gianpietro	Via Brescia 67		1992				50.00	67.50	
30	Candusso Franco	Via Brescia 52		1977				17.00	63.00	
31	Leoni G.Battista Bonetta Natalina	Via Brescia 87		1977				50.00	67.30	
32	Salomoni Angelina	Via Brescia						20.00	63.50	
33	Autostrade Centro Padane	Via per Leno		1977					63.00	
34	Sala Pietro	Via per Leno 3		1977					64.40	
35	Longini Giovanni	Via Leno 1						34.00	64.40	
36	Sala Maria Bonetti Giacomo	Via Lussiano		1978						
37	SGM SpA	Via Leno	IPTA	1973	1.4	6.3	8	97.00	62.60	si

N°	PROPRIETA'	LOCALITA'	DITTA COSTRUTTRICE	ANNO	MISURE DI COLLAUDO			Profondità m	Quota m slm	Stratigrafia
					Livello Statico m	Livello dinamico m	Portata l/s			
38	Gea Motor srl	Via Brescia 88		1994				102.00	67.40	
39	Baloni (ex Sturla Emilio)	Via Cadignano 48		1977				30.00	68.50	
40	Zibetti Pietro	C.na Bologna						110.00	64.00	
41/1	All.O.Ro srl	C.na Campostrini sopra		1988	6.5	15	5	125.00	66.30	
41/2	All.O.Ro srl	C.na Campostrini sopra		1988				38.00	66.30	
42	Anni Giovanni e Pietro	Via San Gervasio						120.00	64.90	
43	Mosca Gianfranco	Strada per S. Gervasio 73						120.00	64.90	
44	Putignano Domenico	Via San Gervasio 8						21.00	66.00	
45	Annoni Mario	Via Martin Luther King						13.00	65.30	
46	Valecci Palmiro	Via Martin Luther King 8						30.00	65.30	
47/1	Finchimica SpA	Via Porzano 10		1992	1	4	40	210.00	64.00	
47/2	Finchimica SpA	Via Porzano 10	IPTA	1980	2	4.5	32	169.50	64.20	
47/3	Finchimica SpA	Via Porzano 10		1993				142.00	63.80	
47/4	Finchimica SpA	Via Porzano 10							65.90	
48	Barezzani Angelo, Maria, Domenica	Via Maglio 9						16.00	58.20	
49	Checchi Luigi	Via Maglio 41						23.00	58.20	
50	Barbariga Giuliano	Via Don P. Mazzolari 18						18.00	65.70	
51	Barbariga Paolo	Via Morandi 60						20.00	66.40	
52	Mor Cesare	Via Morandi 37						12.00	66.50	
53	Barezzani Pietro	Via Cesare Abba 16						28.00		
54	Bruschi Paolo	Via E. Antonioli 20						16.00	66.70	
55	Bertini Giulio	Via C. Botta 5						16.00	66.20	
56	Brusinelli Angelo	Via E. Lassù 1						19.00	65.30	
57	Capuzzi Antonio	Strada del Marcandone 13						60.00	62.80	
58	Carrera Francesco	Via Pietro Boifava 8						25.00	60.20	
59	Cavagnini Angelo	C.na Alberelle						130.00	64.20	
60	Cestana Romolo	ex C.na Marcellina						175.00		
61	Clerici Domenico e Maria	Strada dei Fiamminghi 1						42.00	67.00	
62	Com. Terapeutica Chizzoletta	C.na Chizzoletta						70.00	65.60	
63	Corte Afrodite	Via Isonzo-Villaggio I Maggio						14.00	65.30	
64	Dester Luigina	Via Selva 20						100.00	68.00	
65	Manenti Osvaldo	Via Selva 7						30.00	63.60	
66	Mondolo Pietro	Via Selva 5						30.00	63.60	
67	Conf. Edelweiss srl	Via Grandi						117.00	66.70	
68	Eredi F.lli Barbariga	Strada Vecchia per Leno						22.00	60.70	
69	Ferrari Carlo Antonio	Via Magenta 7						20.00	66.60	
70	Facchi Fausto	Via Orzinuovi						25.00	67.70	

N°	PROPRIETA'	LOCALITA'	DITTA COSTRUTTRICE	ANNO	MISURE DI COLLAUDO			Profondità m	Quota m slm	Stratigrafia
					Livello Statico m	Livello dinamico m	Portata l/s			
71	Lavasecco Europa 1	Via Cremona 123						80.00	65.80	
72	Ferrari Gianfranco	Via Cremona						75.00	65.50	
73	Az. Agr. Ferrari G.Paolo	Via Cremona 125						75.00	65.50	
74	Scotuzzi Tommaso	Via Cremona 45						25.00	66.50	
75	Gennari Luigi e Gianmarco	Via Osciana 1						108.00	66.30	
76	Barbariga Paolo	Via Osciana 1						140.00	66.30	
77	Gennari Luigi	Via Osciana - C.na Fusine							66.30	
78	ex Gidini	Via Osciana 1							66.30	
79	Gandini Pierino	Via A. Lunardi 29						40.00	66.50	
80	Guerreschi Pietro	Via A. Lunardi 20						50.00	66.50	
81	Gentili G. e Brusinezzi P.	Via Isonzo 41/43						13.50	65.50	
82	Gilberti Vincenzo	Via S. Allende 11							67.60	
83	ISPAR srl	Via Artigianale 30						140.00	67.60	
84	Manenti Luigi	Via Piave 83						24.00	65.00	
85	Prandi Dagani Pietro e Giuseppina	Via Roma						5.00		
86	Panzerà Giuseppe	Via Carlo Zima 12						8.00	59.50	
87	Pellegrini Maria	Via Padre Kolbe 7						23.00	65.80	
88	Pezzi Mario e Scaglia Alessandro	Vicolo Gorno 7-9-13						10.00	65.40	
89	Pietrogiorgi Marialba e Giovanna	C.na Bassanina-V. Boninsegna						72.00	66.00	
90	Preti Angelo	C.na Remondina						100.00	65.50	
91	Rossi Alessandro	Corte dei Tigli 9						40.00	66.90	
92	Rambaldini Mario	Via C. Levi 37						12.00	66.20	
93	Saldi F.lli	Via dei Polessi 21						60.00	65.60	
94	Salini Giacomo	Via Tiziano Vecellio 15						20.00	66.10	
95	Savio Domenico	Via Saldi 14						13.50	66.40	
96	Az. Agr. Tomasoni Giovanni	C.na Polesso Via Cigole 7						80.00	63.90	
97	Vecciti Francesco	Via Gramsci 19						24.00	59.20	
98/1	Zambelli Ottorino (ex Sturla Vittorio)	C.na Campagna st. per Cignano						22.00	69.00	
98/2	Zambelli Ottorino (ex Sturla Vittorio)	C.na Campagna st. per Cignano						25.00	69.00	
98/3	Zambelli Ottorino (ex Sturla Vittorio)	C.na Campagna st. per Cignano						40.00	69.00	
99	Zavaglio Mario	V. Morandi 15-Vill. Marcolini						19.00	66.50	
100	Ziletti Mario	V. Martiri della Libertà 22/18						16.50	62.00	
101	Antonoli Paolo (ex Bassano)	C.na Castelle						40.00	61.80	
102	Bertoli Cattaneo	C.na Brolo						20.00	68.30	
103	Ferrari Giovanni (All. polli)	C.na S.Cristoforo-V. Moretto						90.00	66.70	
104	Massa Giacomo	C.na S. Martino						6.00		
105	Az. Agr. Facchi Lorenzo	C.na Fedrizze	Bassi	1977	2.5	10	130	67.00	69.00	

N°	PROPRIETA'	LOCALITA'	DITTA COSTRUTTRICE	ANNO	MISURE DI COLLAUDO			Profondità m	Quota m slm	Stratigrafia
					Livello Statico m	Livello dinamico m	Portata l/s			
106		C.na Castelle di sopra						61.80		
107	Maggini F.Ili	C.na Trebeschi					100.00	65.40		
108	Germani Renato	Via Tedoldi 12						65.70		
109	Ambrosio	C.na Gozzole						60.30		
110	Ambrosio	C.na Gozzole						59.60		
111/1	Passerini	C.na Gozzole	Dafroso				40.00	59.60		
111/2	Passerini	C.na Gozzole					125.00	59.60		
112/1	Galasi A.	C.na Gozzolette					3.00	62.00		
112/2	Galasi A.	C.na Gozzolette					40.00	62.00		
113		C.na Fenile Nuovo					70.00	62.30		
114		C.na Fenile Nuovo						62.30		
115/1	Bonaglia	C.na Gavrine Vecchie					30.00	64.80		
115/2	Bonaglia	C.na Gavrine Vecchie						64.80		
116		C.na Gorno					30.00	65.40		
117/1	Gelmini							64.80		
117/2	Gelmini							64.80		
118	Deral SpA	Via Moretto 80	IPTA	1994	8	32.9	18	56.00	68.20	
119	La Liena Verde di Battagliola G. e D.	Via Artigianale	Bassi		6	9.5	36	45.00	68.20	
120	Estral		Trivelpozzi	1983	4			116.00	67.60	
121	Consorzio Roggia Calcagna	C.na Remondina	Costa	1995	4.6	15.2	153	109.00	65.70	
122	Az. Agr. Central Park									
CBBC1	Pozzo n. 1 Consorzio	C.na Colombare						175.00	68.50	si
CBBC2	Pozzo n. 2 Consorzio	C.na Colombare						210.00	71.00	si
CBBC3	Pozzo n. 3 Consorzio	C.na Colombare								
CBBC4	Pozzo n. 4 Consorzio	C.na Colombare		2002				201.00	69.40	si
CBBC5	Pozzo n. 5 Consorzio	C.na Colombare								

\* = chiuso

La presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti da livelli a granulometria fine, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti. Si ritiene comunque che i livelli siano in parte tra loro intercomunicanti, in quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sembrano estesi e continui a tal punto da separare completamente gli acquiferi. Di conseguenza i livelli acquiferi contenuti nei depositi sabbioso possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea.

Localmente, laddove in superficie sono presenti depositi fini limosi, possono formarsi falde sospese superficiali di esigua entità.

La soggiacenza della falda superficiale in corrispondenza del livello fondamentale della pianura è generalmente compresa tra 2 - 5 m di profondità dal piano campagna, mentre nelle depressioni (valli del fiume Mella e del Molone, depressione del Vaso Lusignolo, ecc.) è solitamente compresa nei primi due metri.

A partire da circa 30-40 m di profondità si riconosce la presenza di **un'unità idrogeologica profonda** caratterizzata da livelli sabbiosi, più raramente sabbioso-ghiaiosi, intercalati a livelli limoso-argillosi che assumono spessori anche notevoli. Al tetto le intercalazioni argilloso-limose assumono buona continuità areale e spessore localmente superiore a 10 m.

Tale unità si spinge fino alla profondità di circa 200-220 m da piano campagna. Inferiormente si ritrova un orizzonte caratterizzato da argille e sabbie limose che costituisce la base dell'unità descritta.

L'unità idrogeologica profonda contiene un acquifero multistrato generalmente in sottopressione rispetto all'acquifero superficiale che risulta fortemente ricaricato dai canali irrigui.

In riferimento al Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) 2016 questa unità idrogeologica corrisponde all'**Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI)**. In relazione al lavoro di Regione Lombardia e di Eni Divisione Agip (2002) - *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia* questa unità idrogeologica è contenuta all'interno dei sedimenti della porzione profonda del Gruppo Acquifero A (sottogruppo A2) e del Gruppo Acquifero B.

I pozzi comunali e la maggior parte dei pozzi privati captano gli acquiferi in pressione confinati o semiconfinati. Le acque presenti in tali acquiferi risultano protette nei confronti di eventuali infiltrazioni di sostanze inquinanti provenienti direttamente dalla superficie topografica.

### **8.3. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE**

Entrambe le sezioni evidenziano la presenza in superficie, fino a 30-40 m di profondità, dell'unità idrogeologica superficiale (corrispondente all'ISS) caratterizzata da depositi sabbiosi con intercalazioni ghiaioso-limoso-argillose.

A partire da circa 30-40 m di profondità si evidenziano livelli limoso-argillosi che assumono spessori anche notevoli e che rappresentano il tetto dell'unità idrogeologica profonda (corrispondente all'ISI). Quest'ultima è caratterizzata da livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi, intercalati a livelli limoso-argillosi che assumono spessori anche notevoli. Gli orizzonti sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi sono sede di falde confinate o semiconfinite.

In entrambe le sezioni è possibile notare anche la posizione dei tratti filtranti dei pozzi, che nella maggioranza dei casi sono situati nell'unità inferiore sede dell'acquifero più produttivo.

Nelle sezioni è riportato inoltre l'andamento della superficie piezometrica della falda confinata/semiconfinata, rilevata nella campagna di misure del settembre 1996.

### **8.4. PIEZOMETRIA**

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) sono riportate le isopieze elaborate sulla base dei dati rilevati dal nostro studio nel settembre 1996 in occasione della redazione del Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Brescia.

La piezometria si riferisce alla falda confinata/semiconfinata.

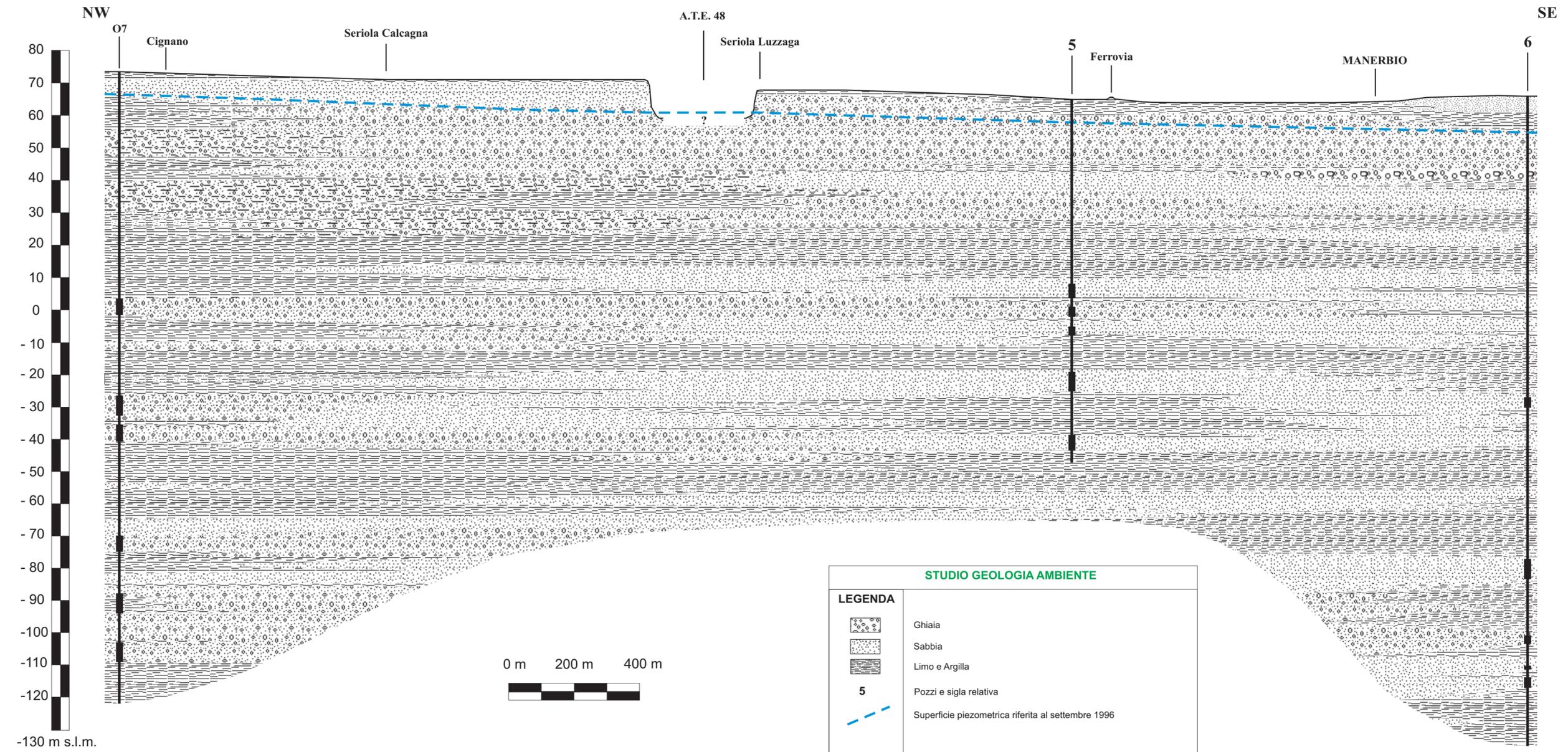
Globalmente nel territorio di Manerbio, la falda immerge verso SSE. È evidente la presenza di un asse drenante in corrispondenza del Fiume Mella.

La falda presenta un gradiente piezometrico, pari al 2.5-3 ‰.

La soggiacenza è generalmente compresa tra 5 e 10 m da p.c. sul livello fondamentale della pianura, mentre si riduce in corrispondenza della valle fluviale del Mella e delle incisioni minori.

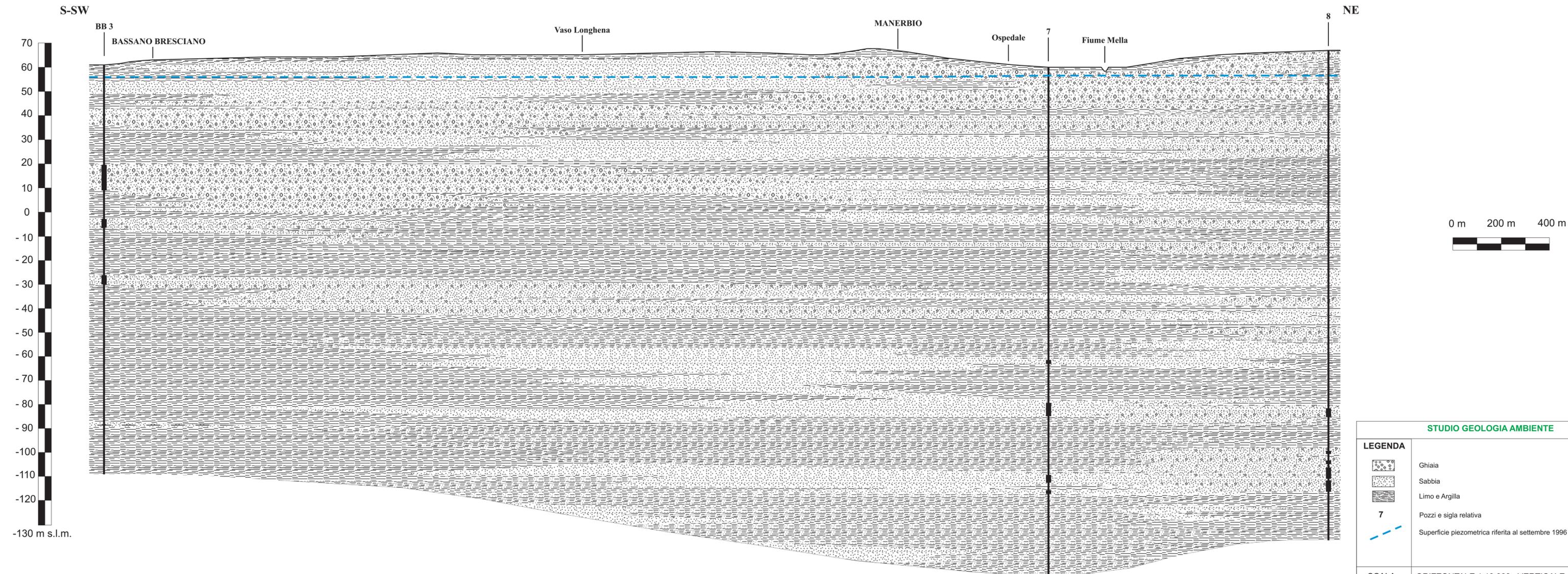
L'andamento generale della piezometria è grosso modo in accordo sia con quello indicato nella Carta piezometrica elaborata da ARPA - Dipartimento di Brescia relativa al mese di luglio 2006, sia con quello indicato da Denti et al. (1988), anche se i livelli piezometrici rilevati nel 1996 risultano più bassi rispetto a quelli riportati nei due lavori citati.

SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A'



STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE	
<b>LEGENDA</b>	
	Ghiaia
	Sabbia
	Limo e Argilla
	Pozzi e sigla relativa
	Superficie piezometrica riferita al settembre 1996
SCALA	ORIZZONTALE 1:10.000 VERTICALE 1:1000
<b>SEZIONE IDROGEOLOGICA A - A'</b>	

SEZIONE IDROGEOLOGICA B-B'



STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE	
<b>LEGENDA</b>	
	Ghiaia
	Sabbia
	Limo e Argilla
	Pozzi e sigla relativa
	Superficie piezometrica riferita al settembre 1996
SCALA	ORIZZONTALE 1:10.000 VERTICALE 1:1000
<b>SEZIONE IDROGEOLOGICA B - B'</b>	

### 8.5. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PUBBLICO

L'acquedotto comunale è gestito da A2A – Ciclo idrico ed è alimentato dai pozzi descritti di seguito.

#### **Pozzo di via Verdi (n. 5 in tav. 2)**

- perforato nel 2004 in prossimità del pozzo vecchio
- profondità: 205,00 m
- portata massima: 22,00 l/s

#### **Pozzo strada vicinale dei Roncagnani - via S. Faustino (n. 6 in tav. 2)**

- realizzato nel 1974
- profondità: 201,00 m
- fenestrature da 93 a 96 m, da 143 a 149 m, da 166,5 a 169 m, da 175,8 a 176,5 m e da 180,00 a 182,5 m di profondità dal piano campagna
- livello statico al collaudo: 1,4 m
- livello dinamico al collaudo: 10 m
- Portata al collaudo: 50 l/s

#### **Pozzo vicolo Castelletto (n. 7 in tav. 2)**

- realizzato nel 1980
- profondità: 210,50 m
- fenestrature da 121,7 a 123,2 m, da 138,7 a 144,7 m, da 169,2 a 172,2 m, da 175,5 a 177 m di profondità dal piano campagna
- livello statico al collaudo: + 2,6 m
- livello dinamico al collaudo: 19,7 m
- Portata al collaudo: 60,83 l/s

#### **Pozzo via Umbria/via Lombardia - PIP (n. 8 in tav. 2)**

- realizzato nel 1983
- profondità: 203,00 m
- fenestrature da 148,3 a 151,7 m, da 165,8 a 167,3 m, da 170 a 171,5, da 173 a 177,5 m e da 178,5 a 183 m di profondità dal piano campagna
- livello statico al collaudo: 0,8 m
- livello dinamico al collaudo: 18,4 m
- Portata al collaudo: 100 l/s

**Pozzo n. 1 Consorzio (CBBC1 in tav. 2)**

- profondità: 175,00 m
- fenestrature da 102 a 107,5 m, da 153 a 157 m, da 158,0 a 163,0 m di profondità dal piano campagna

**Pozzo n. 2 Consorzio (CBBC2 in tav. 2)**

- profondità: 210,00 m
- fenestrature da 155,2 a 160,2 m, da 162 a 164 m, da 187,5 a 189,5, da 194,5 a 200 m di profondità dal piano campagna

**Pozzo n. 3 Consorzio (CBBC3 in tav. 2)**

**Pozzo n. 4 Consorzio (CBBC4 in tav. 2)**

- profondità: 201,00 m
- fenestrature da 109,8 a 111,8, da 155 a 159,5 m, da 165,5 a 170 m, da 180 a 186, da 193 a 195 m di profondità dal piano campagna

**Pozzo n. 5 Consorzio (CBBC5 in tav. 2)**

I pozzi n. CBBC1, CBBC2, CBBC3, CBBC4, CBBC5 rientrano nel progetto di un campo pozzi realizzato su commissione del "Consorzio Bassa Bresciana Centrale" che comprende i Comuni di Alfianello, Bassano Bresciano, Manerbio, Pontevecchio, San Gervasio Bresciano, Verolanuova, Verolavecchia e la Provincia di Brescia. Questi pozzi sono entrati in funzione nel 2016.

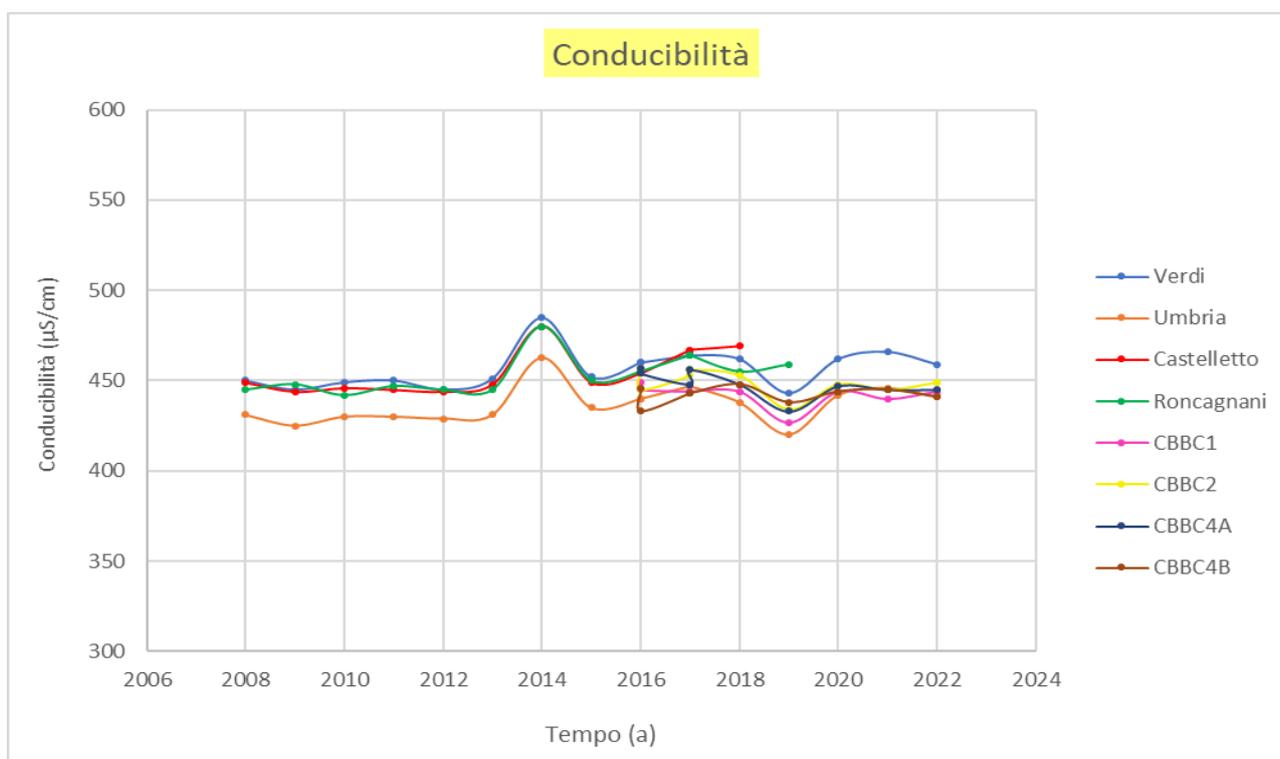
Tutti i pozzi captano l'acquifero profondo confinato/semiconfinato, corrispondente all'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) del PTUA.

Per quanto riguarda le zone di rispetto dei pozzi si mantengono quelle vigenti. Per i pozzi del Consorzio Bassa Bresciana Centrale (CBBC1, CBBC2, CBBC3, CBBC4, CBBC5) e per il pozzo di via Verdi (n.5) la zona di rispetto è stata definita mediante il criterio idrogeologico (previsto dalla D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137) in quanto i pozzi captano un acquifero protetto. Per tutti gli altri pozzi la zona di rispetto è definita con criterio geometrico.

## 8.6. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per definire lo stato qualitativo delle acque di falda sono stati utilizzati i risultati delle verifiche effettuate da A2A ciclo idrico. Le analisi sono riferite al periodo 2008-2022 e riguardano prelievi effettuati in corrispondenza dei pozzi comunali. I pozzi del Consorzio Bassa Bresciana Centrale sono entrati in funzione nel 2016.

Nella Figura 8.1 è raffigurato l'andamento della Conducibilità elettrolitica a 20°C nei pozzi che alimentano l'acquedotto comunale.



**Figura 8.1** – Andamento della Conducibilità el. a 20°C nei pozzi

I valori di Conducibilità rilevati nei diversi pozzi sono piuttosto simili tra loro e presentano oscillazioni nel tempo piuttosto contenute, tipiche di un acquifero poco influenzato dalle acque di infiltrazione superficiale.

Le analisi evidenziano che si tratta di acque medio-minerali, mediamente dure, caratterizzate dalla presenza di contaminanti di origine naturale, quali il ferro (Fe), il manganese (Mn) e lo ione ammonio (NH<sub>4</sub>), tipici di condizioni di ambiente riducente che si sviluppano in acquiferi che non

comunicano direttamente con le falde superficiali o con corsi d'acqua, le cui aree di alimentazione sono quindi molto distanti.

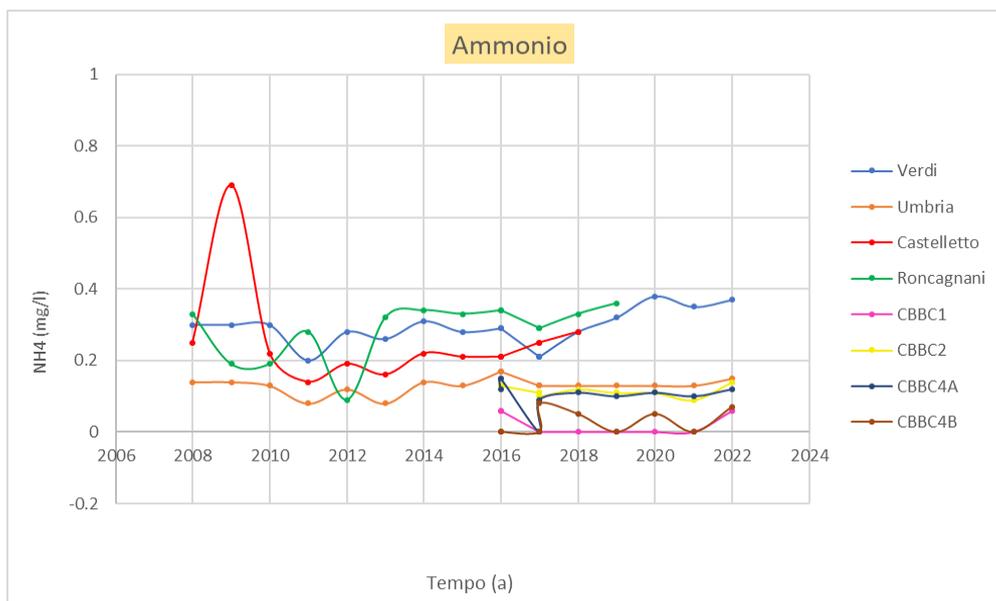
Dagli studi disponibili (Zavatti et al., 1995; Rotiroti et al., 2014, Fumagalli et al., 2019) si evince che il modello concettuale idrogeochimico per il rilascio di As, Fe, Mn, NH<sub>4</sub> nelle falde della bassa pianura padana prevede come meccanismo chiave il processo di degradazione dei depositi torbosi presenti nel sottosuolo.

La degradazione dei depositi torbosi, effettuata da microrganismi presenti naturalmente nel sottosuolo, rappresenta il fattore di innesco per la liberazione di ferro e manganese nelle acque sotterranee. Tale fenomeno è dovuto all'abbassamento del potenziale redox che favorisce le forme solubili del ferro e del manganese presenti nei minerali che costituiscono l'acquifero.

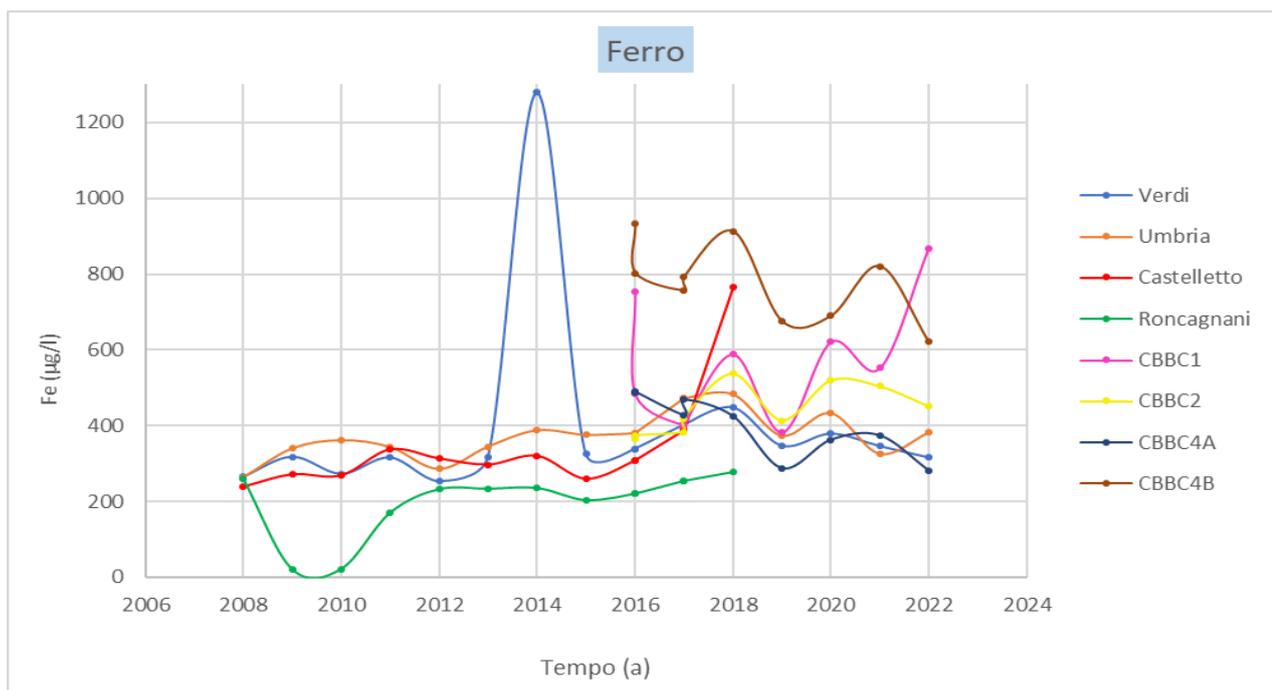
L'ammonio è invece il sottoprodotto diretto della degradazione della sostanza organica.

Tutti questi processi sono funzione dell'età della falda (ovvero del tempo di residenza delle acque sotterranee nell'acquifero), quindi acquiferi più profondi (con tempi di circolazione e residenza più lunghi) avranno concentrazioni diverse rispetto ad acquiferi più superficiali (con tempi di circolazione e residenza più brevi).

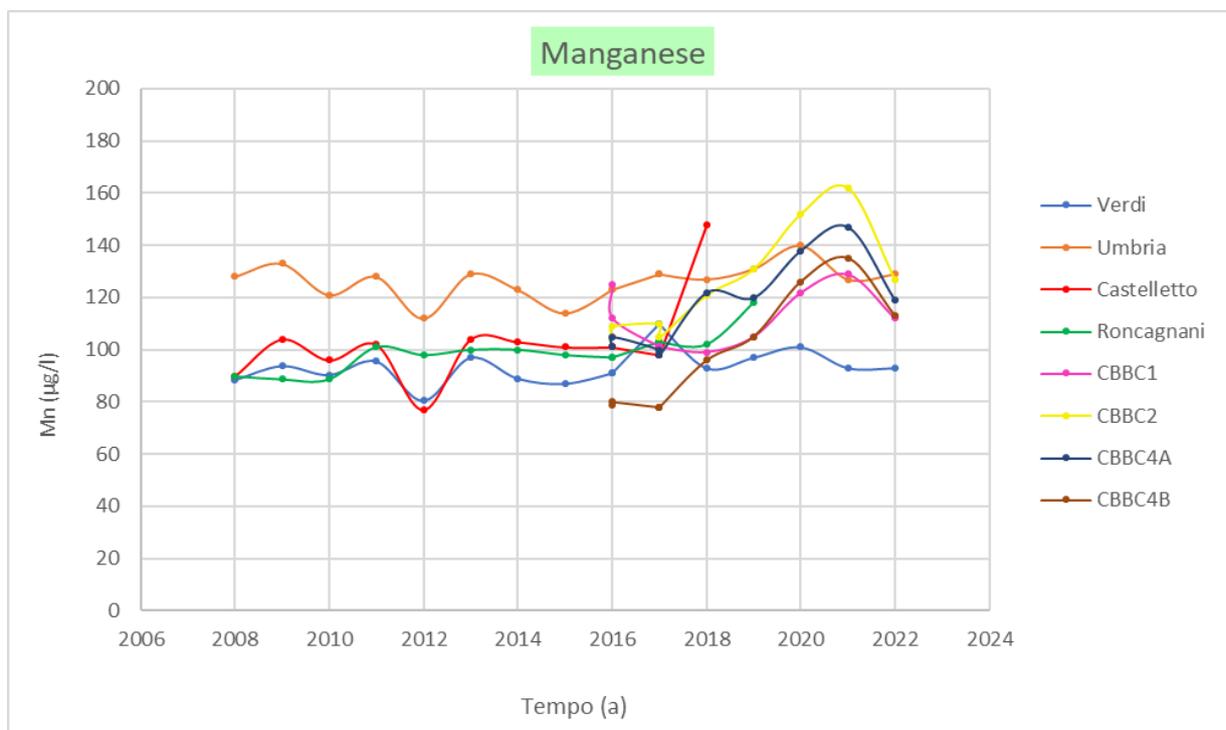
Nelle figure seguenti si riportano i grafici che illustrano l'andamento dello ione ammonio, del ferro e del manganese nelle acque dei pozzi.



**Figura 8.2 – Andamento dello ione ammonio nei pozzi**



**Figura 8.3 – Andamento del ferro nei pozzi**



**Figura 8.4 – Andamento del manganese nei pozzi**

La Regione Lombardia con D.G.R. n. XI/3903 del 23/11/2020 ha approvato i valori di fondo naturale nelle acque sotterranee per le sostanze arsenico, ione ammonio, ferro e manganese e i nuovi valori soglia per le sostanze arsenico e ione ammonio, riportati nella Tabella 1 dell'Allegato A. Tali valori sono riferiti ad un pozzo di monitoraggio che costituisce il riferimento per il territorio di Manerbio e che capta l'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI), la stessa captata dai pozzi che alimentano l'acquedotto comunale.

Per lo ione ammonio il Valore di Fondo Naturale è pari a 834 µg/l, mentre il valore soglia è pari a 900 µg/l. Per il ferro il Valore di Fondo Naturale è pari a 1430 µg/l. Per il manganese il Valore di Fondo Naturale è pari a 485 µg/l.

**I valori di ione ammonio, ferro e manganese presenti nelle acque captate dai pozzi che alimentano l'acquedotto comunale rientrano nei valori di fondo naturale indicati nella delibera citata.**

## **8.7. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO**

### **8.7.1. Parametri considerati per la valutazione della vulnerabilità**

La valutazione del grado di vulnerabilità è riferita alla falda superficiale ed è stata effettuata utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency). Questa metodologia è stata dal nostro Studio applicata per la predisposizione della "Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee" della pianura bresciana, realizzata in scala 1: 25.000 nell'ambito degli studi geologici per il Piano Territoriale della Provincia di Brescia, utilizzata per la stesura della Tavola Ambiente e Rischi - Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici del P.T.C.P. di Brescia.

I dati raccolti in occasione del presente studio ad una scala più adeguata hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del P.T.C.P., pur utilizzando la medesima metodologia.

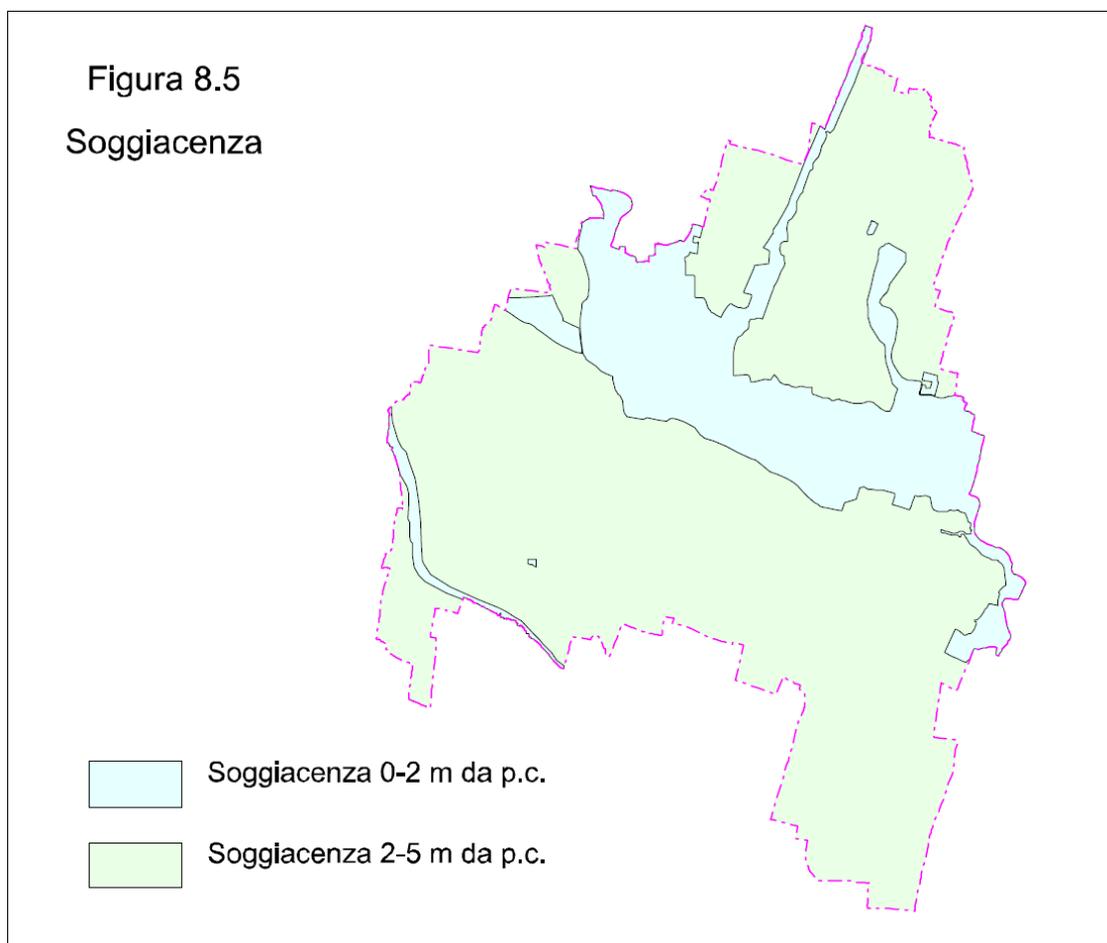
I parametri su cui si basa il metodo DRASTIC sono sette:

**SOGGIACENZA (D):** è uno dei parametri più importanti poiché la distanza del livello piezometrico dal piano campagna determina lo spessore di terreno interposto e quindi una maggiore o minore azione filtrante effettuata dai materiali della zona non satura. I dati disponibili sono piuttosto scarsi. In Figura 8.5 è riportato l'andamento dei valori della soggiacenza della falda libera nel territorio

comunale ricostruito con i dati disponibili. Sul livello fondamentale della pianura la soggiacenza è generalmente compresa tra 2 e 5 m, mentre, nelle depressioni (valli del fiume Mella e del Molone, depressione del Vaso Lusignolo, ecc.) è solitamente compresa nei primi due metri.

RICARICA (R): corrisponde alla percentuale di precipitazioni e irrigazioni che effettivamente raggiunge la falda ed è espressa in mm/annui. Date le dimensioni dell'area indagata, questo parametro è considerato costante su tutto il territorio di Manerbio.

CARATTERI TESSITURALI DEL SATURO (A): definiscono i caratteri litologici e tessiturali della zona satura che concorrono a determinare la velocità di propagazione di un inquinante una volta arrivato in falda. Nell'area in esame i depositi che costituiscono l'acquifero sono prevalentemente sabbiosi.



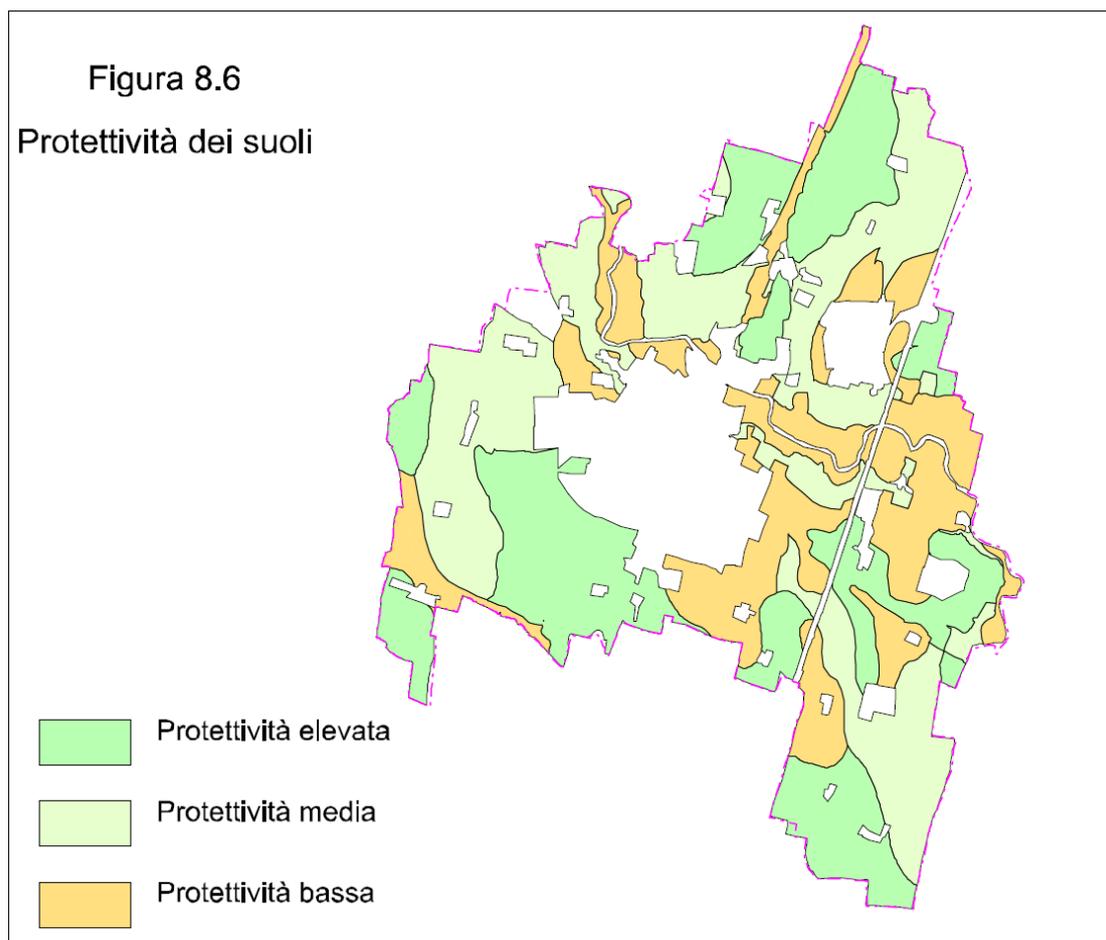
CARATTERI TESSITURALI DEL SUOLO (S): lo spessore ed il tipo di suolo presenti in una determinata zona sono fattori importanti poiché le frazioni più fini dei terreni possono presentare un alto potere adsorbente nei confronti di un buon numero di sostanze inquinanti, determinando una

diminuzione nella velocità di propagazione e nella concentrazione dei contaminanti prima che essi possano raggiungere la falda.

Per la definizione del valore protettivo del suolo è stata utilizzata la *Carta della protettività del suolo nei confronti delle acque sotterranee* (redatta dal Dott. R. Minelli) prodotta dallo Studio Marcellina Bertolinelli nell'ambito degli elaborati del Quadro Conoscitivo del Documento di Piano del P.G.T. (2009).

Le classi dei suoli a diversa protettività sono riportate in Figura 8.6. In corrispondenza delle aree urbanizzate è stato applicato il valore del parametro riferito alla protettività bassa del suolo.

ACCLIVITA' (T): le caratteristiche morfologiche del territorio, definibili quantitativamente utilizzando il gradiente topografico, determinano la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche. Qui sono considerate costanti in tutto il territorio.



CARATTERI TESSITURALI DEL NON SATURO (I): anche i depositi presenti in questa zona, come il suolo, possono determinare una azione adsorbente che porta ad una diluizione dei contaminanti e ad una diminuzione della velocità di percolazione degli stessi. Nel territorio esaminato gli orizzonti immediatamente sottostanti ai terreni di copertura sono frequentemente di tipo sabbioso. A favore della sicurezza sono stati considerati costanti su tutto il territorio, anche se localmente sono presenti aree caratterizzate da terreni superficiali prevalentemente limosi (par. 4.1).

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (C): si riferisce ad una valutazione quantitativa della capacità di un terreno di lasciarsi attraversare dall'acqua. È stato considerato un range costante su tutto il territorio pari a  $3,2 - 4,6 \text{ m/s} \cdot 10^{-4}$ .

### 8.7.2. Metodologia utilizzata

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo. La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I) variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro.

La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ( $ID = \sum I \cdot P$ ). I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati da noi suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tabella seguente.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

**Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)**

Nel territorio comunale sono state individuate cinque situazioni che si differenziano tra di loro sostanzialmente per la capacità protettiva del suolo e la soggiacenza della falda: tre sul livello fondamentale della pianura e due nelle aree depresse. Di seguito si sintetizzano in tabelle per ogni ambito territoriale individuato i risultati dell'applicazione del metodo.

**Livello Fondamentale della Pianura – Protettività dei suoli media o elevata**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)		PESO (P)	IxP	
D	Profondità falda	2-5 m	8		5	40	
R	Ricarica falda	50-200 mm	5		4	20	
A	Mezzo acquifero saturo	Sabbie	7		3	21	
S	Tipo di suolo	Protettività media   Protettività elevata	2	5	2	4	10
T	Pendenza	0-2 %	9		1	9	
I	Mezzo non saturo	Sabbie limose	6		5	30	
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 *10 <sup>-4</sup> m/s	5		3	15	
	<b>TOTALE (ID)</b>					<b>139</b>	<b>145</b>

L'indice Drastic risulta compreso tra 139-145 e corrisponde alla classe di vulnerabilità mediamente alta.

**Livello Fondamentale della Pianura – Protettività dei suoli bassa**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)		PESO (P)	IxP	
D	Profondità falda	2-5 m	8		5	40	
R	Ricarica falda	50-200 mm	5		4	20	
A	Mezzo acquifero saturo	Sabbie	7		3	21	
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8		2	16	
T	Pendenza	0-2 %	9		1	9	
I	Mezzo non saturo	Sabbie limose	6		5	30	
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 *10 <sup>-4</sup> m/s	5		3	15	
	<b>TOTALE (ID)</b>					<b>151</b>	

L'indice Drastic risulta pari a 151 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

**Valle del F. Mella e incisioni del Vaso Molone e del Vaso Moloncello**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)		PESO (P)	IxP	
D	Profondità falda	0-2 m	10		5	50	
R	Ricarica falda	50-200 mm	5		4	20	
A	Mezzo acquifero saturo	Sabbie	7		3	21	
S	Tipo di suolo	Protettività media   Protettività bassa	5	8	2	10	16
T	Pendenza	0-2 %	9		1	9	
I	Mezzo non saturo	Sabbie limose	6		5	30	
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 *10 <sup>-4</sup> m/s	5		3	15	
	<b>TOTALE (ID)</b>					<b>155</b>	<b>161</b>

L'indice Drastic risulta compreso tra 155 e 161 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

### **8.7.3. Valutazione della vulnerabilità**

Da quanto sopra riportato si deduce che il livello fondamentale della pianura è caratterizzato generalmente da una vulnerabilità mediamente alta delle acque sotterranee (classe 6); la vulnerabilità diventa alta (classe 7) laddove la protettività del suolo è bassa, oppure in corrispondenza delle depressioni di cava, a causa della bassa soggiacenza della falda e dell'assenza dell'azione protettiva esplicata dal suolo.

In corrispondenza delle depressioni vallive del fiume Mella, del Molone, del Moloncello e del Vaso Lusignolo, laddove la falda acquifera è più vicina alla superficie del suolo, la vulnerabilità è sempre alta (classe 7).

La valutazione della vulnerabilità effettuata si riferisce alla falda libera, contenuta nell'unità idrogeologica superficiale (ISS del PTUA). La falda acquifera profonda confinata o semiconfinata, captata dai pozzi che alimentano l'acquedotto comunale, risulta invece protetta nei confronti di eventuali infiltrazioni di sostanze inquinanti provenienti direttamente dalla superficie topografica

## **9. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO**

Ai sensi del Regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7 (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12*), aggiornato con Regolamento regionale n°8 del 19 Aprile 2019, per gli interventi di cui all'Art. 3 ed all'Art. 6 (comma 1, lettere a, b, c) sono richiesti specifici adempimenti e la predisposizione di un progetto di invarianza idraulica e idrologica, redatto conformemente alle disposizioni del regolamento stesso e, in particolare, secondo i contenuti di cui all'Art. 10, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici.

Il Comune di Manerbio risulta inserito in area ad alta criticità idraulica "A", come definita dall'Art. 7.

Nell'ambito dell'aggiornamento della Componente geologica del PGT è stata predisposta la *Tavola A – Individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo*, come richiesto dal Regolamento regionale (art.14).

Sono state così individuate:

- aree con falda subaffiorante (soggiacenza compresa tra 0-2 m da piano campagna);
- aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera;
- aree con affioramento della falda acquifera;
- aree depresse a cattivo drenaggio soggette a ristagni d'acqua in occasione di precipitazioni intense.

Si sottolinea che la delimitazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e nel primo sottosuolo è basata sui dati ad oggi disponibili e che la tavola potrà in futuro essere aggiornata man mano che si disporrà di ulteriori dati idrogeologici, geotecnici, pedologici e ambientali, al fine di meglio definire la distribuzione delle diverse aree.

La tavola non pretende quindi di caratterizzare in modo puntuale il territorio. Essa ha infatti la finalità di inquadrare a livello territoriale le limitazioni di tipo geologico alla dispersione delle acque, in modo da essere di ausilio sia nella definizione delle misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia nella programmazione delle indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, sia infine nella pianificazione urbanistica.

**9.1. AREE NON ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO**

- Area con soggiacenza compresa tra 0-2 m da piano campagna
- Area con affioramento della falda acquifera

**9.2. AREE POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO**

- Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto
- Area depressa a cattivo drenaggio soggetta a ristagni d'acqua in occasione di precipitazioni intense
- Depressione derivante da attività estrattiva dismessa

## 10. CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAVV. 4 NORD E 4 SUD) sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

### VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L.183/89

#### **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.cm. 24 maggio 2001 - Elaborato 8 - Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali**

La fascia di deflusso della piena (Fascia A) è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

La fascia di esondazione (Fascia B) è esterna alla precedente ed è costituita dalla porzione di territorio che è interessata da inondazione al verificarsi della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni. Comprende le aree più ribassate appartenenti alla piana di divagazione del F. Oglio, situate esternamente alla Fascia A.

L'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) è costituita dalla porzione di territorio, esterna alle Fasce A e B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella con tempo di ritorno pari a 200 anni; in particolare per la fascia C l'Autorità di Bacino ha assunto come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni.

Il PAI indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Secondo l'art. 28 della Norme di attuazione del PAI quando ..." dette opere idrauliche saranno realizzate i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera eseguita e la Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del Piano per il tracciato di cui si tratta".

## **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)**

### **AMBITO TERRITORIALE RETICOLO PRINCIPALE (RP)**

- Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
- Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti
- Area P1/L - Area potenzialmente interessata da alluvioni rare

### **AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**

Zona di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile: l'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94).

Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile: l'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). Per i pozzi del Consorzio Bassa Bresciana Centrale (CBBC1, CBBC2, CBBC3, CBBC4, CBBC5) e per il pozzo di via Verdi (n.5) la zona di rispetto è stata definita mediante il criterio idrogeologico (previsto dalle *Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9, punto 1, lett. f del d.P.R. 24 maggio 1988, n. 236) - D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137*) in quanto i pozzi captano un acquifero protetto. Per tutti gli altri pozzi è stato utilizzato il criterio geometrico previsto dalla stessa D.G.R..

### **VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA**

Fascia di rispetto del reticolo principale ex R.D. 523/1904.

Fascia di rispetto del reticolo minore ex R.D. 523/1904

Fascia di competenza del reticolo di bonifica ex R.D.368/1904

Le attività ammesse e quelle vietate lungo i corsi d'acqua e nelle fasce di rispetto e di competenza sono normate *dall'Elaborato Normativo* allegato al *Documento di Polizia Idraulica*.

## VINCOLI DI CARATTERE URBANISTICO

### Fascia di tutela del reticolo privato di rilevante importanza idraulica, paesistica o ambientale

Le attività ammesse e quelle vietate nelle fasce di tutela sono normate *dall'Elaborato Normativo* allegato al *Documento di Polizia Idraulica*.

## 11. CARTA DI SINTESI

Sulla CARTA DI SINTESI (TAVV. 5 NORD E 5 SUD) sono rappresentati gli elementi di fragilità individuati sul territorio. Sono cartografate quindi tutte quelle situazioni areali o puntuali che sono caratterizzate da fragilità riferita alle diverse componenti ambientali (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) e che di conseguenza possono comportare delle limitazioni nell'uso del territorio, limitazioni delle quali è necessario tener conto nella stesura del Piano di Governo del Territorio. Di seguito vengono elencati tali ambiti, già descritti nei capitoli precedenti.

### *AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO*

#### Aree con emergenza della falda

Aree depresse sede di corsi d'acqua minori che fungono da collettori delle acque risorgive: Il Vaso Molone (o Seriola Molone) e la Seriola Lusignolo sono alimentati dalle acque risorgive di alcuni fontanili e fungono da collettori delle acque meteoriche. In occasione di precipitazioni intense e prolungate possono essere interessate da fenomeni di allagamento a causa sia delle acque superficiali che sono smaltite con difficoltà dai corsi d'acqua, sia dell'innalzamento della falda acquifera che è subaffiorante.

Depressione di cava dismessa: Si tratta di aree depresse, interessate in passato da attività estrattiva. Al loro interno la vulnerabilità della falda è alta a causa della bassa soggiacenza della falda e dell'assenza dell'azione protettiva esplicata dal suolo.

Ambito territoriale estrattivo ATEg48: L'Ambito Territoriale Estrattivo ATEg48 costituisce un'area vulnerabile dal punto di vista idrogeologico innanzitutto perché al suo interno affiora la falda acquifera e in secondo luogo perché i terreni situati nella depressione presentano un alto grado di vulnerabilità delle acque a causa della bassa soggiacenza della falda e dell'assenza dell'azione protettiva esplicata dal suolo

#### Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto.

*AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO*

**Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001**

Limite tra la Fascia A e la Fascia B

Limite tra la Fascia B e la Fascia C

Limite esterno della Fascia C

**Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)**

AMBITO TERRITORIALE RETICOLO PRINCIPALE (RP)

Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti

Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti

Area P1/L - Area potenzialmente interessata da alluvioni rare

*AREE DI INTERESSE GEOMORFOLOGICO-PAESAGGISTICO*

Valle del F. Mella e incisioni di corsi d'acqua secondario

Si tratta delle aree ricomprese all'interno della valle del F. Mella, compresi i terrazzi intermedi, e delle incisioni del Vaso Molone, del Vaso Moloncello e del Vaso Lusignolo.

Spesso le originali forme e differenze altimetriche sono state cancellate da interventi di livellamento e ricomposizione fondiaria. Tuttavia, la Valle del Mella e le incisioni del Vaso Molone e del Vaso Lusignolo costituiscono un paesaggio geomorfologico unitario di interesse geomorfologico e naturalistico.

Queste aree, oltre a contenere segni geomorfologici di interesse, svolgono una significativa funzione ambientale in quanto racchiudono, sia lungo le scarpate principali che delimitano i terrazzi che lungo le sponde di rogge, seriole e vasi minori, lembi di vegetazione arborea e arbustiva che costituiscono un importante ambito di rifugio per la fauna e la flora spontanee. Si tratta quindi di aree strategiche per la conservazione della biodiversità nella Pianura Lombarda.

## **12. CARTA PAI-PGRA**

Questo elaborato risulta di nuova redazione e sostituisce la precedente Carta PAI ai sensi della D.G.R. X/6738/2017.

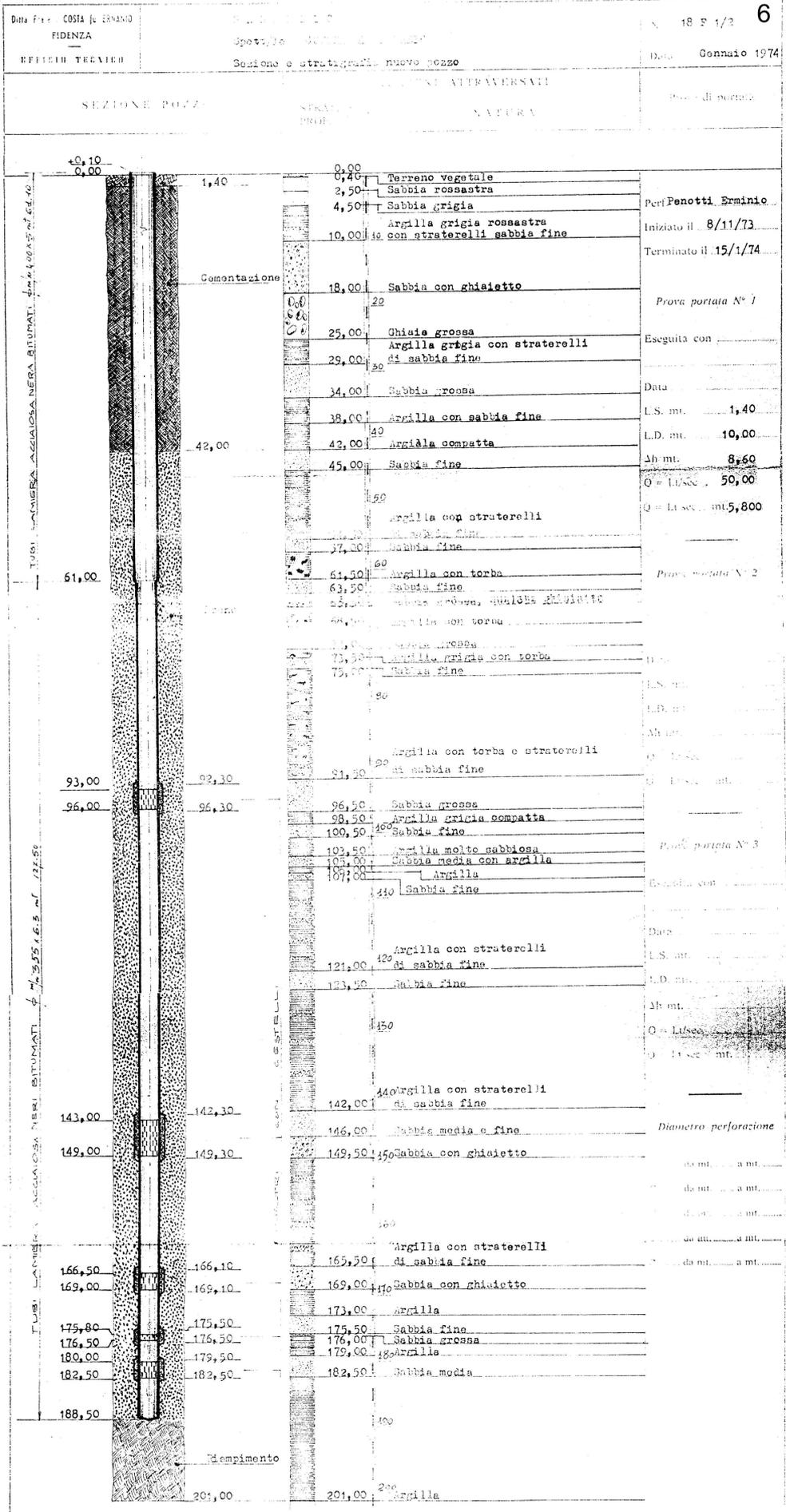
In esso vengono recepite le nuove delimitazioni delle aree a pericolosità idraulica tratte dalle mappe del PGRA.

Brescia, marzo 2023

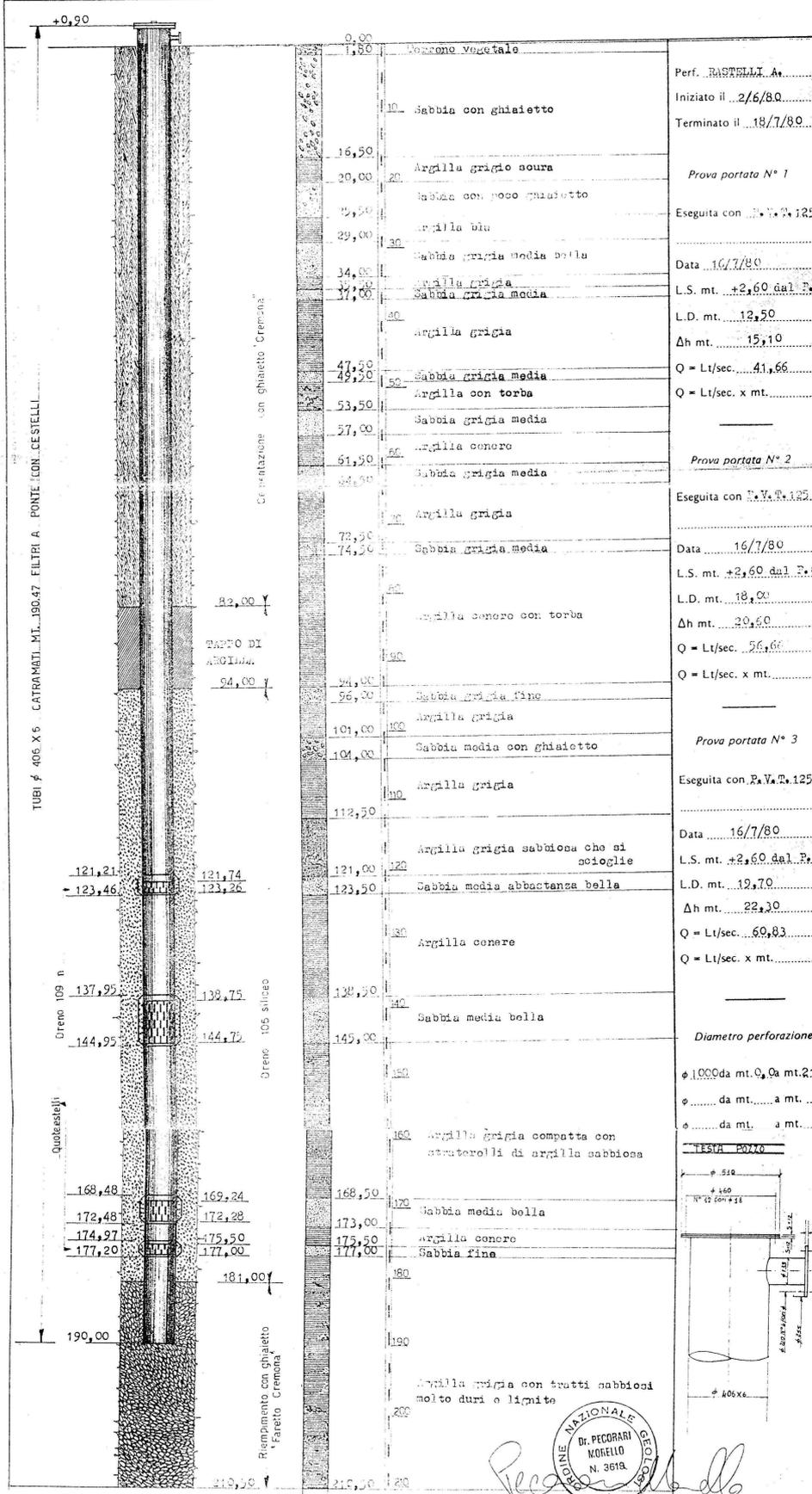
Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli

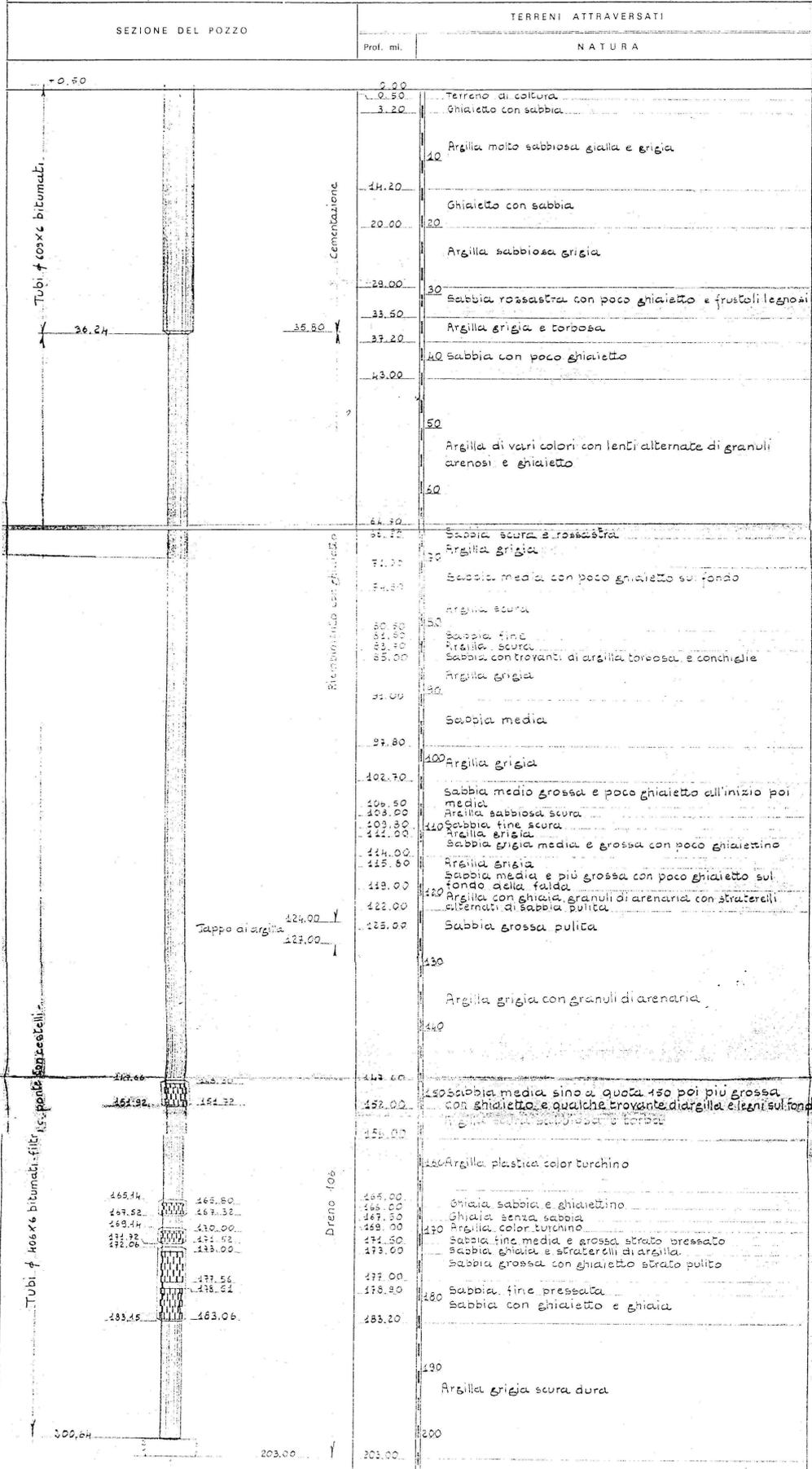
## **STRATIGRAFIE DEI POZZI**



SEZIONE POZZO N° 7	TERRENI ATTRAVERSATI		Prove di portata
	STRATI e PROF. ml.	NATURA	



Dr. PECORARI MOHELLO N. 3618  
 GEOMETRI NAZIONALE



Comune :MANERBIO

Propr: MARZOTTO

Località :STABILIMENTO MARZOTTO

Ditta perf./DELLA TORRE

POZZO n.2

Anno :1970

## STRATIGRAFIA

da mt.	0.00	a mt.	1.50	=terreno di riporto
"	1.50	"	3.00	=argilla mista a sabbia
"	3.00	"	13.50	= ghiaia e sabbia <sup>senza</sup> <del>con</del> acqua
"	13.50	"	18.50	= ghiaia e sabbia con acqua
"	18.50	"	20.00	=argilla e torba
"	20.00	"	28.50	=limo
"	28.50	"	30.60	=argilla e sabbia con ciottoli

Portata :20-30 l/sec.

Comune: MANERBIO  
Località:  
Anno: 1973

Prop: S.p.A. SGM  
Ditta Perf.: I.P.T.A.

## S T R A T I G R A F I A

Da m.	0.00	a m.	1.00:	terreno di riporto
	1.00		2.00:	terreno a vegetale
	2.00		19.00:	sabbia medio grossa con poca ghiaia assortita
	19.00		29.00:	argilla bruna limosa
	29.00		38.00:	sabbia medio fina con sottili alternanze limose
	38.00		70.00:	limo argilloso compatto
	70.00		75.00:	sabbia medio fina con limo argilloso
	75.00		83.00:	argilla sabbiosa compatta
	83.00		88.00:	sabbia limosa
	88.00		97.00:	limo sabbioso

Prof.: m. 97.00

Quota: m.

L.S.: m. 1.40; L.D.: m. 6.30

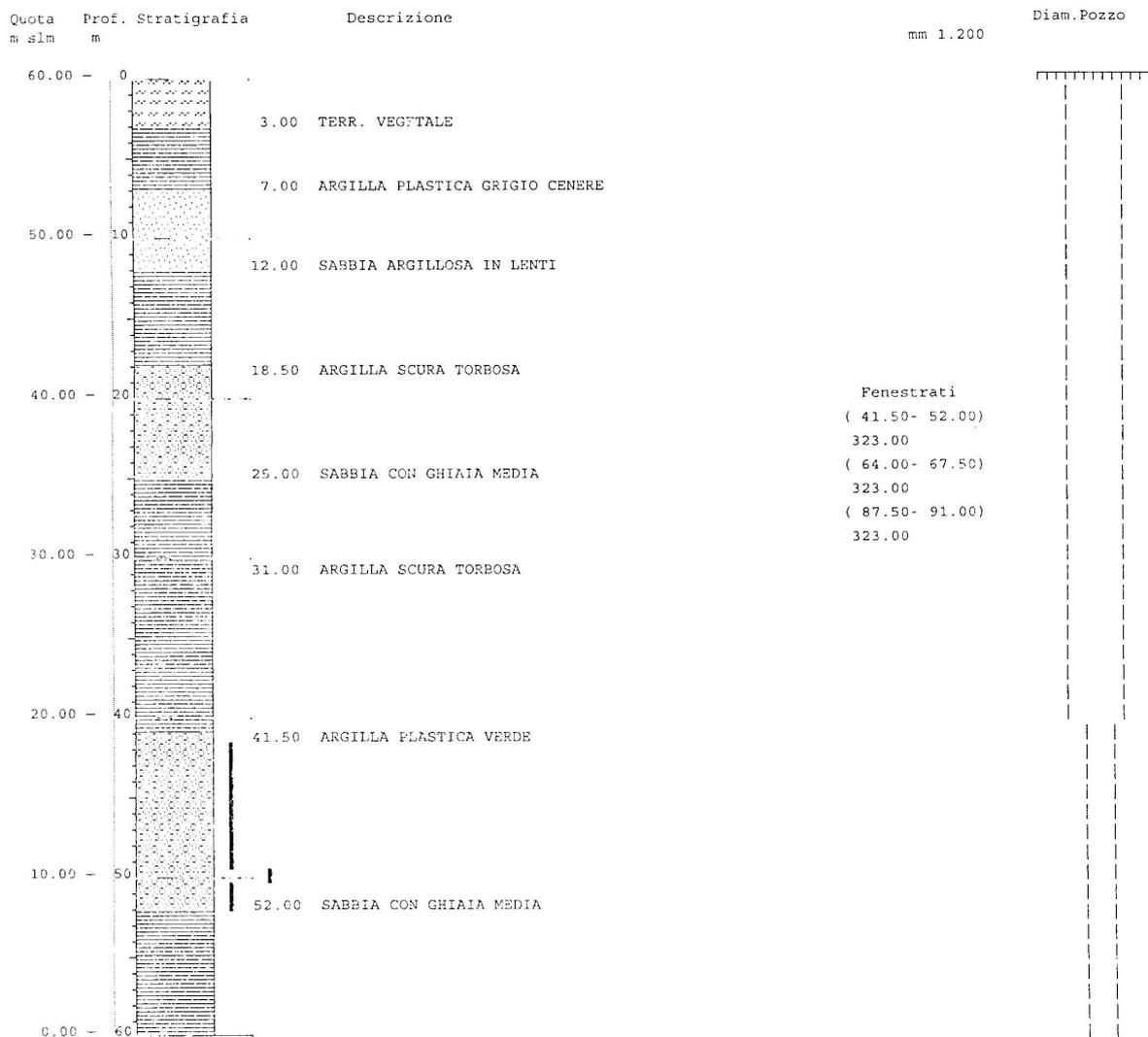
Portata: l/s 8

## Fenestrate:

Ø 410	{	da m.	14.50	a m.	19.00
			33.50		38.00
			70.00		74.50
			83.00		87.50

Drenaggio con g-hiaietto selezionato 2 + 5 mm.

Provincia : BRESCIA                      Comune : BASSANO BRESCIANO                      Pozzo : 0003                      Codice : 017-013-0003  
 Via / Localita' : VIA MARTINENGO                      Long. : 0.00                      Lat. : 0.00  
 Pozzo Pubblico                      Proprietario : COMUNE                      Utente : COMUNE  
 Perforatore : MASSARENTI                      Anno : 1993                      (Pagina 1 di 3)



Provincia : BRESCIA

Comune : BASSANO BRESCIANO

Pozzo : 0003

Codice : 017-013-0003

Via / Localita' : VIA MARTINENGO

Long. : 0.00 Lat. : 0.00

Pozzo Pubblico

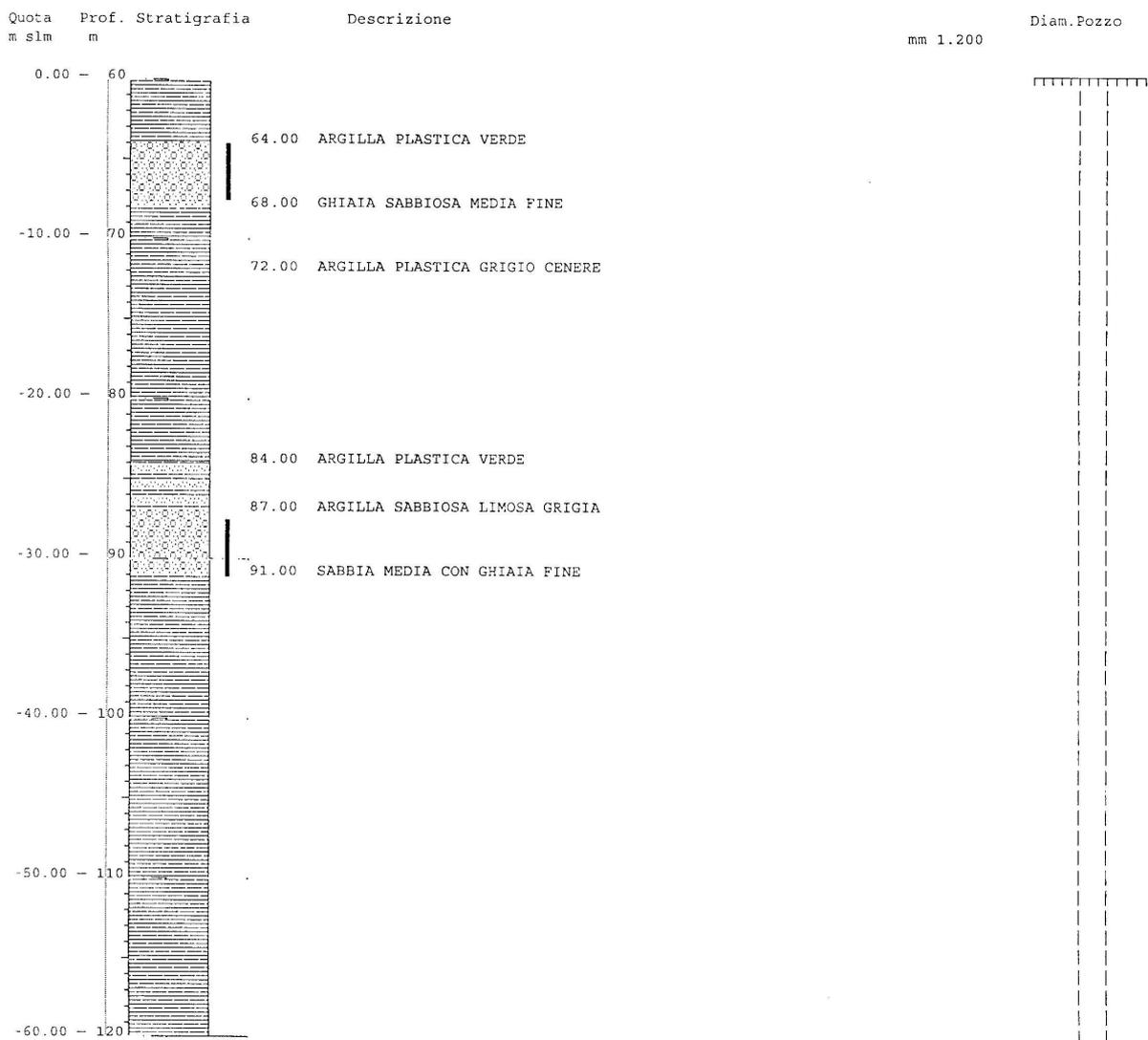
Proprietario : COMUNE

Utente : COMUNE

Perforatore : MASSARENTI

Anno : 1993

(Pagina 2 di 3)

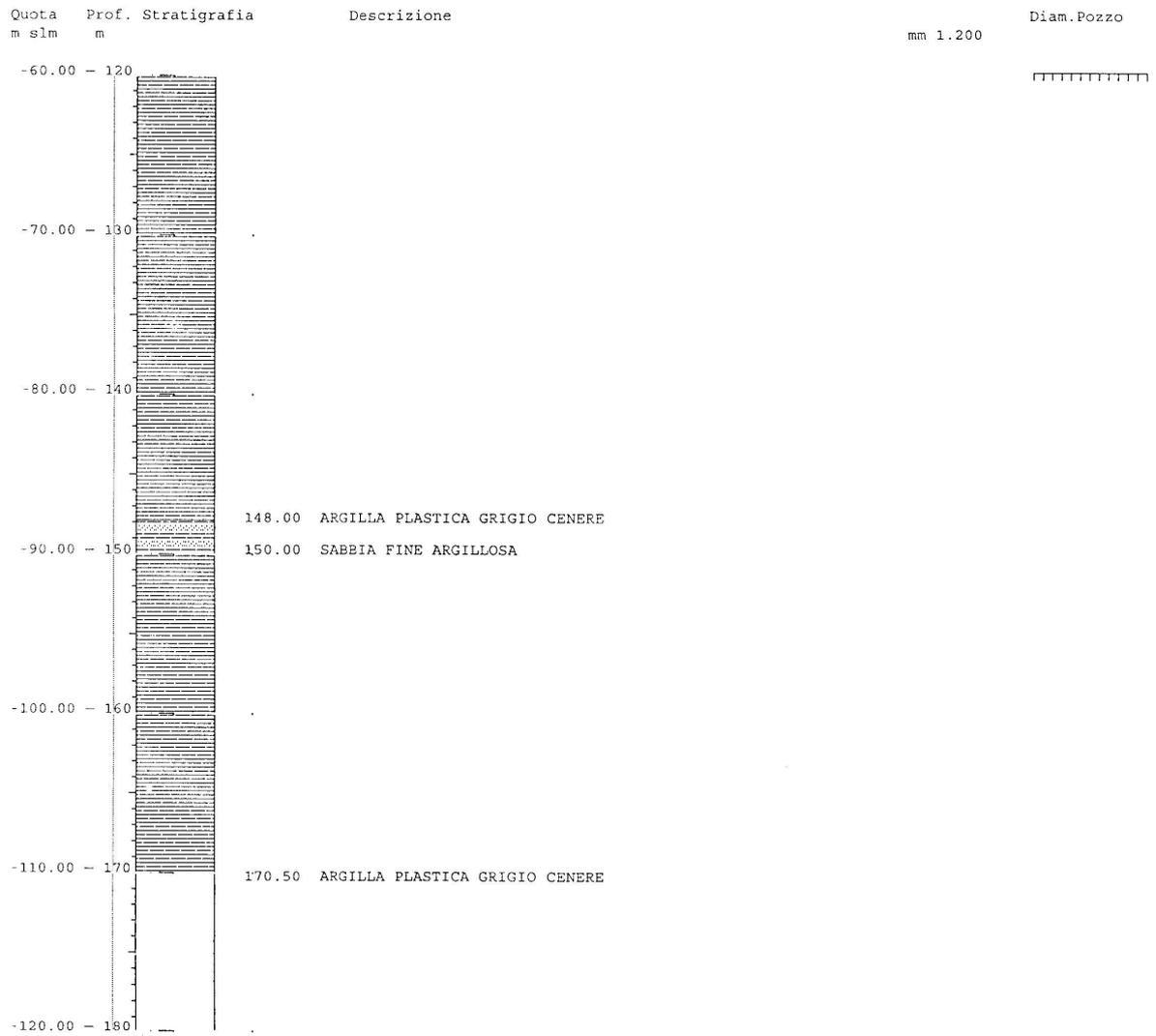


Provincia : BRESCIA                      Comune : BASSANO BRESCIANO                      Pozzo : 0003                      Codice : 017-013-0003

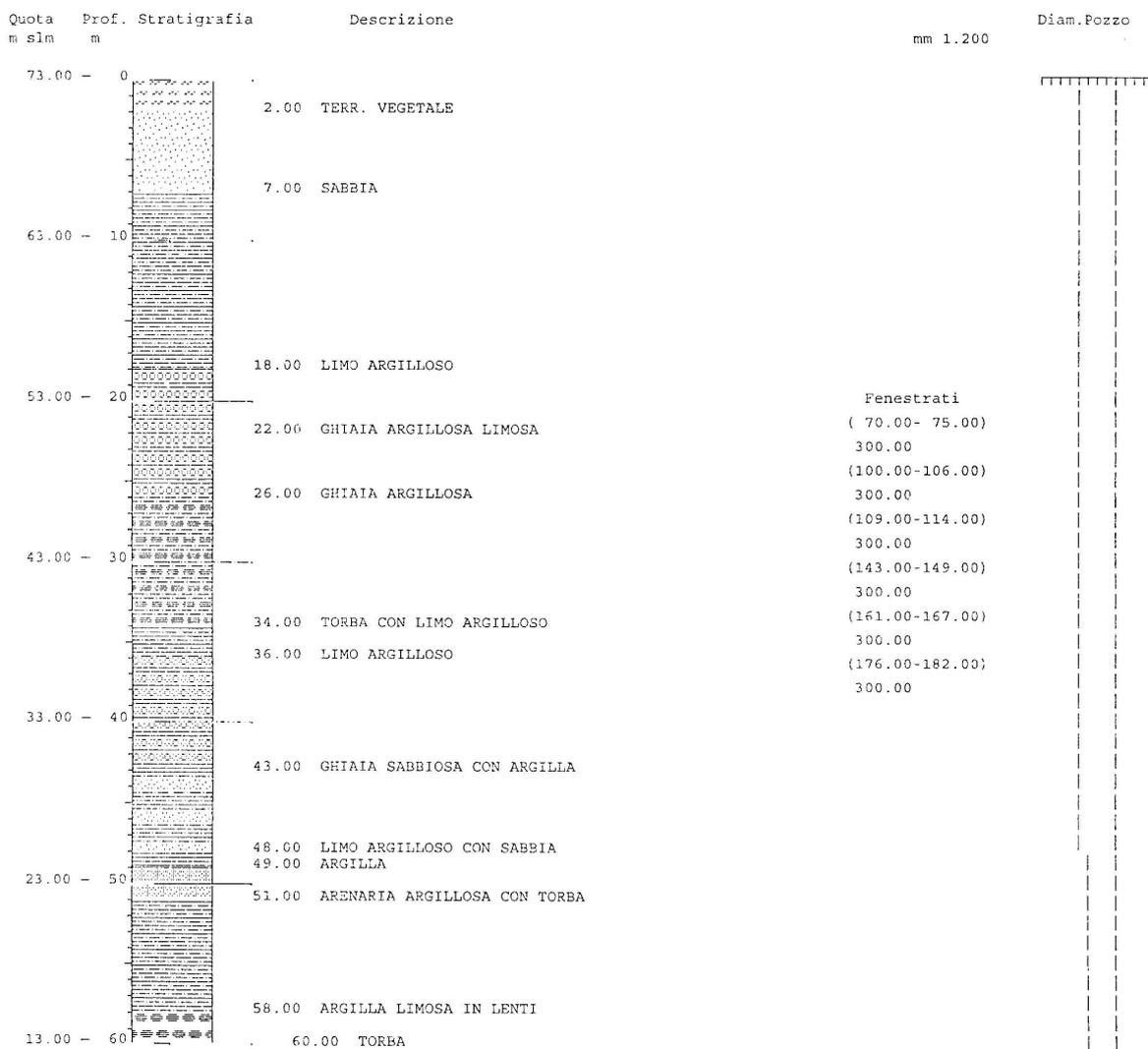
Via / Localita' : VIA MARTINENGO                      Long. : 0.00                      Lat. : 0.00

Pozzo Pubblico                      Proprietario : COMUNE                      Utente : COMUNE

Perforatore : MASSARENTI                      Anno : 1993                      (Pagina 3 di 3)



Provincia : BRESCIA                      Comune : OFFLAGA                      Pozzo : 0001                      Codice : 017-122-0001  
 Via / Localita' : CIGNANO                      Long. :                      0.00                      Lat. :                      0.00  
 Pozzo Pubblico                      Proprietario : COMUNE                      Utente : COMUNE  
 Perforatore : IPTA                      Anno : 1985                      (Pagina 1 di 4)



Provincia : BRESCIA

Comune : OFFLAGA

Pozzo : 0001

Codice : 017-122-0001

Via / Localita' : CIGNANO

Long. : 0.00 Lat. : 0.00

Pozzo Pubblico

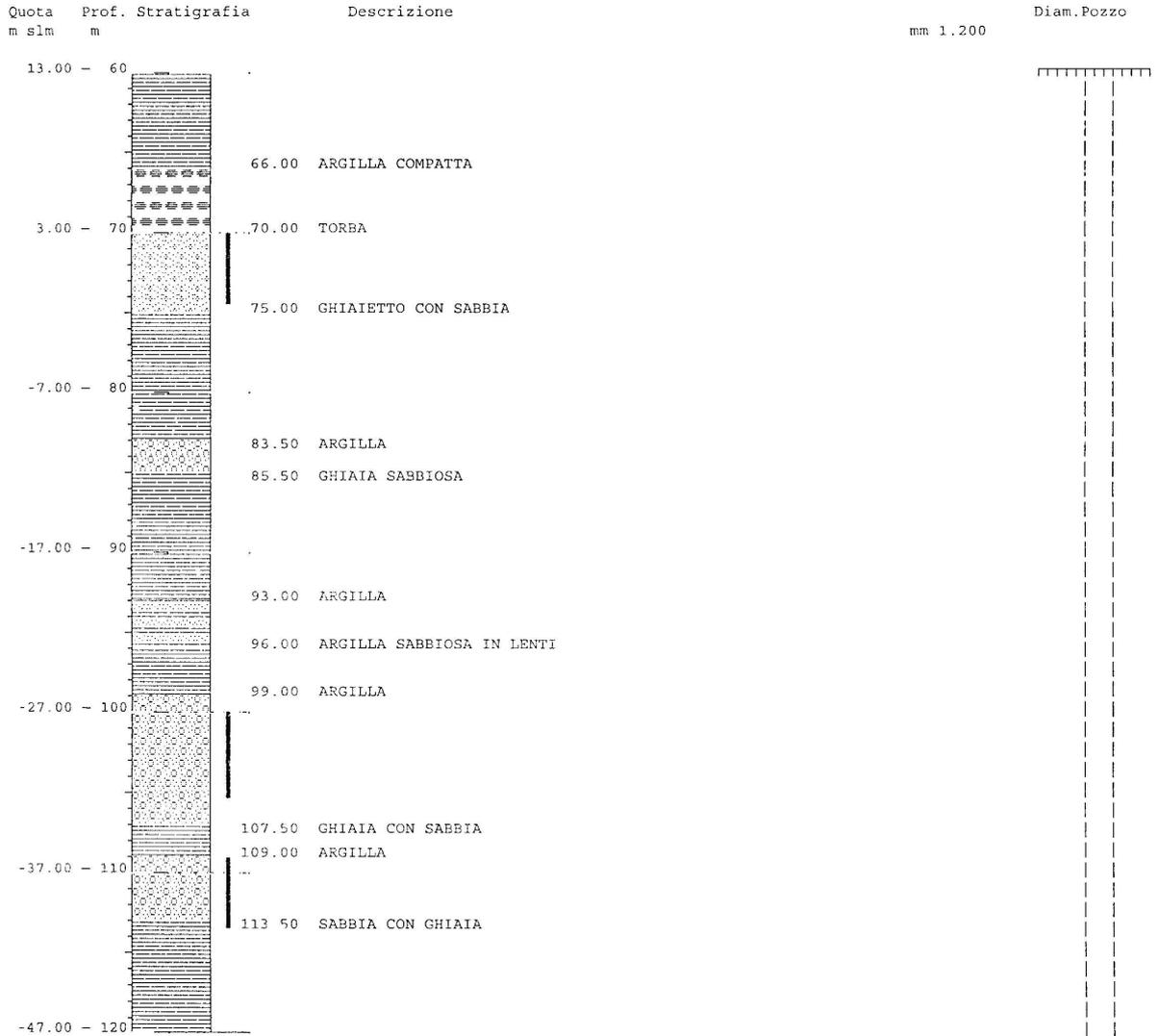
Proprietario : COMUNE

Utente : COMUNE

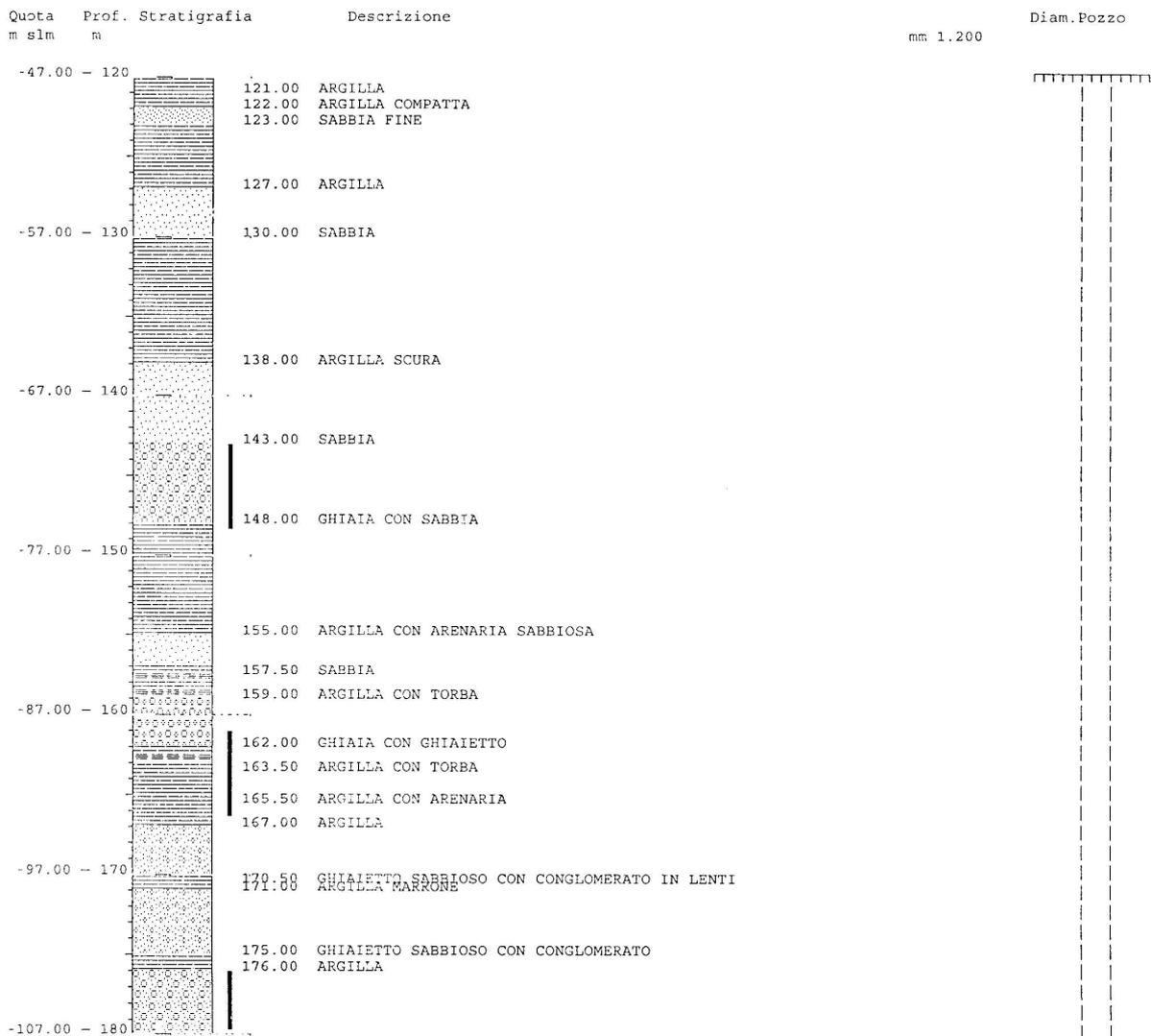
Perforatore : IPTA

Anno : 1985

(Pagina 2 di 4)



Provincia : BRESCIA                      Comune : OFFLAGA                      Pozzo : 0001                      Codice : 017-122-0001  
 Via / Localita' : CIGNANO                      Long.:                      0.00                      Lat. :                      0.00  
 Pozzo Pubblico                      Proprietario : COMUNE                      Utente : COMUNE  
 Perforatore : IPTA                      Anno : 1985                      (Pagina 3 di 4)



Provincia : BRESCIA                      Comune : OFFLAGA                      Pozzo : 0001                      Codice : 017-122-0001  
 Via / Localita' : CIGNANO                      Long. :                      0.00                      Lat. :                      0.00  
 Pozzo Pubblico                      Proprietario : COMUNE                      Utente : COMUNE  
 Perforatore : IPTA                      Anno : 1985                      (Pagina 4 di 4)

