

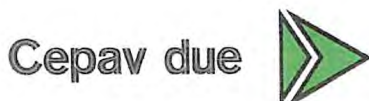
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

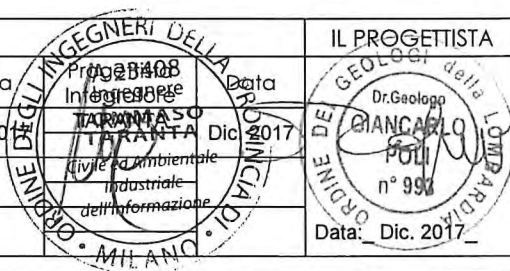
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO OV30-STUDI AMBIENTALI PRESCRIZIONI CIPE STUDIO IDROGEOLOGICO RELAZIONE GENERALE PRELIMINARE

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)	Valido per costruzione
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TPODOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	O V 3 0 M 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	Data
A	Emissione	BALDINI	Dic. 2017	POLI	Dic. 2017		
B							
C							



CIG. 751447334A

File: INOR11EE2ROOV30M0001A_01



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

INFRASTRUTTURE FERROVIARE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

LINEA A.V./A.C. TORINO-VENEZIA TRATTA MILANO-VERONA LOTTO FUNZIONALE BRESCIA-VERONA PROGETTO DEFINITIVO

AGGIORNAMENTO STUDIO IDROGEOLOGICO

COMMITTENTE: *Consorzio Cepav Due
Via Sorbanella, 30
25125 - Brescia (BS)*

Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

Sede operativa : Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)

Uffici : Via Antonio Meucci, 26 - 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it



SOMMARIO

PAG.

1. GENERALITÀ	2
1.1. INTRODUZIONE	2
1.2. METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.3. ELABORATI	4
2. RIFERIMENTI	5
2.1. DOCUMENTI DI PROGETTO	5
2.2. BIBLIOGRAFIA	7
2.3. SITI INTERNET	8
3. INQUADRAMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALE, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	9
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	9
3.1.1. ALTA PIANURA LOMBARDA	11
3.1.2. ANFITEATRO MORENICO DEL GARDA	13
3.1.3. ALTA PIANURA VENETA	15
3.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	15
3.2.1. ALTA PIANURA LOMBARDA	15
3.2.1. ANFITEATRO MORENICO DEL GARDA	16
3.2.1. ALTA PIANURA VENETA	16
3.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	17
3.3.1. ALTA PIANURA LOMBARDA	17
3.3.2. ANFITEATRO MORENICO DEL GARDA	19
3.3.1. ALTA PIANURA VENETA	19
4. DATI PIEZOMETRICI	21
4.1. CAMPAGNA DI MISURA 2017	21
4.2. REVISIONE BIBLIOGRAFICA	22
5. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	24
5.1. MODELLO CONCETTUALE DEL SOTTOSUOLO	24
5.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA	26
5.2.1. FALDA PRINCIPALE SUPERFICIALE:	27
5.2.2. FALDA CONFINATA INTRAMORENICA:	28
5.2.3. FALDE SOSPESSE	29
5.2.4. ZONE DI CONNESSIONE FRA I TRE SETTORI	33
5.2.5. VALIDAZIONE DEL MODELLO	35
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	37

ALLEGATI:

ALLEGATO N.1 – RILIEVO TOPOGRAFICO PUNTI DI MONITORAGGIO E MISURE PIEZOMETRICHE CAMPAGNA 2017

ALLEGATO N.2 – SINTESI DEI DATI DI POZZI E PIEZOMETRI RICAVALI DA FONTI BIBLIOGRAFICHE

ALLEGATO N.3 – CARTE ISOPIEZOMETRICHE (1:5000)



1. GENERALITÀ

1.1. INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce all'aggiornamento dello studio idrogeologico generale della porzione di territorio interessata dal progetto definitivo della linea ferroviaria A.V./A.C. Torino-Venezia – Tratta Milano-Verona – Lotto funzionale Brescia-Verona.

In particolare, l'area oggetto del presente studio idrogeologico, si sviluppa in direzione E-O per una lunghezza di circa 45 km (dalla porzione centrale dell'area comunale di Mazzano fino al confine occidentale del comune di Verona), e in direzione N-S per una lunghezza minima di circa 2 km a cavallo del tracciato in progetto.



-Area interessata dall'aggiornamento dello studio idrogeologico-

I comuni interessati dall'opera in progetto, muovendosi da Brescia verso Verona sono Mazzano (BS), Calcinato (BS), Lonato (BS), Desenzano d/G (BS), Pozzolengo (BS), Peschiera d/G (VR), Castelnuovo d/G (VR), Sona (VR), Sommacampagna (VR) e Verona.

Nei capitoli seguenti sono riportati sinteticamente gli inquadramenti generali dell'area oggetto di studio, i dati misurati nel corso della campagna di monitoraggio eseguita, la sintesi dei dati bibliografici utilizzati per lo studio in oggetto, e la descrizione della metodologia interpretativa utilizzata per la ricostruzione dell'andamento delle falde presenti nel sottosuolo.

Per quanto riguarda qualunque approfondimento relativo ai tematismi non oggetto della presente relazione (caratteristiche geologiche e geomorfologiche di dettaglio del territorio, scelte progettuali, caratteristiche dell'opera, ecc.), si rimanda agli specifici documenti di progetto.



1.2. METODOLOGIA DI LAVORO

La stesura della presente relazione e delle tavole annesse è stata eseguita seguendo le seguenti fasi:

- Revisione bibliografica della documentazione a supporto del progetto esecutivo del lotto Funzionale Brescia-Verona della linea ferroviaria A.V./A.C. redatta nel 2014, con particolare riferimento alle relazioni geologica, geomorfologica, neotettonica e sismica, idrogeologica generale e idrogeologiche di dettaglio;
- Revisione bibliografica della documentazione ufficiale reperita dagli Enti Pubblici, con particolare riferimento alle Componenti geologiche, idrogeologiche e sismiche dei P.G.T. lombardi e dei P.A.T. veneti;
- Revisione bibliografica delle pubblicazioni scientifiche ufficiali reperite da Arpa relative al Progetto Plume della Provincia di Brescia (2016) e della Provincia di Mantova (2017);
- Campagna di misure piezometriche e rilievi GPS dei piezometri ancora esistenti realizzati a supporto del progetto della linea ferroviaria A.V./A.C. nel corso delle campagne di indagini pregresse (eseguite nei mesi di novembre-dicembre 2017);
- Campagna di misure piezometriche e rilievi GPS dei nuovi piezometri integrativi a supporto del progetto della linea ferroviaria A.V./A.C., realizzati fra ottobre e novembre 2017 (eseguite nei mesi di novembre-dicembre 2017);
- Campagna di misure piezometriche e rilievi GPS di piezometri privati realizzati per il monitoraggio della falda in aree di cava e discarica ubicate nell'intorno del tracciato in progetto;
- Revisione bibliografica delle informazioni stratigrafiche, di soggiacenza e di ubicazione spaziale di pozzi e piezometri presenti nell'intorno del tracciato in progetto, pubblicati sul geoportale ISPRA (Geological Survey Geoportal del Servizio Geologico d'Italia);
- Analisi di tutti i dati reperiti dalla campagna di misure piezometriche e da revisioni bibliografiche eseguite;
- Analisi dei dati relativi alle campagne di monitoraggio pregresse (anni 2004; 2005 e 2014) dei piezometri realizzati a supporto del progetto della linea ferroviaria A.V./A.C.



-
- Analisi dei log stratigrafici di pozzi e piezometri a disposizione;
 - Realizzazione del modello concettuale del sottosuolo sulla base delle informazioni a disposizione;
 - Interpretazione ed elaborazione dei dati idrogeologici analizzati e realizzazione del modello idrogeologico generale dell'area in oggetto;
 - Validazione del modello idrogeologico generale mediante utilizzo delle misure piezometriche pregresse (campagne 2004, 2005 e 2014);
 - Sintesi dei dati (realizzazione di carte delle isopiezometriche dell'area di studio e stesura della presente relazione).

1.3. **ELABORATI**

Tutti i dati raccolti e analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

Allegato n.1: Rilievo topografico punti di monitoraggio e misure piezometriche campagna 2017.

Allegato n.2: Sintesi dei dati di pozzi e piezometri ricavati da fonti bibliografiche.

Allegato n.3: Carte isopiezometriche (1:5000).



2. RIFERIMENTI

2.1. DOCUMENTI DI PROGETTO

- (1) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Relazione geologica generale
- (2) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Elementi di neotettonica-sismicità dell'area
- (3) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Carta geologica
- (4) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Profili geologici
- (5) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Relazione geomorfologica generale
- (6) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Carta geomorfologica
- (7) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Relazione idrogeologica generale-Sistemi idrogeologici e vulnerabilità
- (8) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Carta piezometrica dell'acquifero principale



-
- (9) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Studio geologico-idrogeologico di dettaglio galleria Calcinato II
 - (10) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Sezione geologica e idrogeologica galleria Calcinato II
 - (11) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Studio geologico-idrogeologico di dettaglio galleria San Giorgio
 - (12) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Sezione geologica e idrogeologica galleria San Giorgio
 - (13) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Studio geologico-idrogeologico di dettaglio galleria Paradiso
 - (14) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Sezione geologica e idrogeologica galleria Paradiso
 - (15) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Studio geologico-idrogeologico di dettaglio galleria Lonato
 - (16) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Sezione geologica e idrogeologica galleria Lonato



-
- (17) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Studio geologico-idrogeologico di dettaglio galleria Santa Cristina, galleria Madonna del Frassino, galleria Mano di Ferro
- (18) Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla legge obiettivo n.443/01 - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona - Lotto Funzionale Brescia-Verona - Progetto definitivo - Sezione geologica e idrogeologica galleria Santa Cristina, galleria Madonna del Frassino, galleria Mano di Ferro

2.2. **BIBLIOGRAFIA**

- (19) Comune di Calcinato - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (20) Comune di Mazzano - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (21) Comune di Rezzato - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (22) Comune di Montichiari - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (23) Comune di Lonato del Garda - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (24) Comune di Desenzano del Garda - Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica
- (25) Comune di Sona - Piano di Assetto del Territorio
- (26) ARPA Lombardia - Attività di affinamento delle conoscenze sulla contaminazione delle acque sotterranee in cinque aree della Provincia di Brescia con definizione dei plumes di contaminanti ed individuazione delle potenziali fonti di contaminazione - Lotto B - Area BS005 - Mazzano, Castenedolo e Montichiari
- (27) ARPA Lombardia - Attività di affinamento delle conoscenze sulla contaminazione delle acque sotterranee in cinque aree della Provincia di Brescia con definizione dei plumes di contaminanti ed individuazione delle



potenziali fonti di contaminazione - Lotto B - Area BS003 – Desenzano del Garda e Lonato

- (28) ARPA Lombardia - Programma di interventi per la definizione dei plumes di contaminazione - Progetto Alto Mantovano - Relazione finale

2.3. **SITI INTERNET**

- (29) ARPA Veneto - www.arpa.veneto.it
- (30) ISPRA – Servizio Geologico d'Italia - sgi.isprambiente.it/geoportal



3. INQUADRAMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALE, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nei paragrafi seguenti vengono sinteticamente riportati gli inquadramenti geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico dell'area interessata dal progetto e delle porzioni di territorio limitrofe.

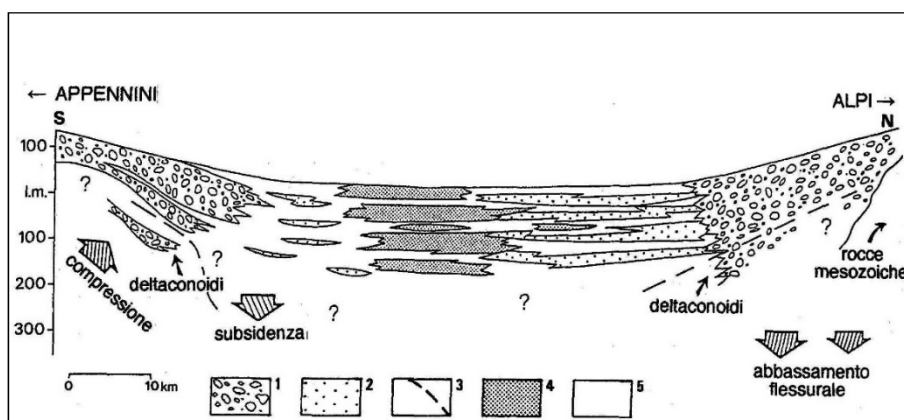
Per qualunque approfondimento relativo alle caratteristiche geologico-geomorfologiche si rimanda ai documenti specifici (riferimenti da (1) a (18)); per quanto riguarda le informazioni di dettaglio relative all'idrogeologia dell'area si rimanda al §5 (oggetto della presente relazione).

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'area di studio, interessata dal tracciato in progetto, ricade all'interno della porzione settentrionale della Pianura Padana, posta in sinistra idrografica del Fiume Po.

Da un punto di vista geologico, la Pianura Padana rappresenta il risultato del riempimento di un bacino sedimentario terziario di avanfossa, compreso tra le falde Sudalpine S vergenti e le strutture appenniniche N-NE vergenti.

Il riempimento del bacino terziario è avvenuto ad opera di processi di sedimentazione di materiale fine (limi e argille) di origine marina, seguito da processi di sedimentazione dei prodotti di erosione delle due catene poste al limite del bacino stesso, trasportati da processi glaciali e fluvioglaciali quaternari, nonché da processi fluviali.



-Distribuzione schematica dei depositi continentali nella Pianura Padana (da Ori, 1993 modificata). 1) Deposito di conoide; 2) Sabbie dei corsi d'acqua affluenti del Fiume Po; 3) Tetto dei sedimenti marini; 4) Sedimenti sabbiosi del Fiume Po; 5) Sedimenti argillosi-limosi-



L'area oggetto di studio dove si sviluppa il tracciato in progetto è caratterizzata in prevalenza dalla presenza di depositi di origine glaciale e fluvioglaciale, messi in posto secondo differenti modalità (le quali hanno determinato differenti morfologie e pezzature granulometriche dei depositi), subordinatamente da depositi di origine fluviale recenti e attuali (sedimenti trasportati e depositati nei paleoalvei e negli alvei attuali dei principali fiumi e torrenti che caratterizzano la zona).

La porzione di territorio in oggetto può essere suddivisa in tre settori, distinguibili fra loro dalla tipologia di depositi presenti e dalle caratteristiche morfologiche superficiali; in particolare si distinguono:

- **Alta Pianura Lombarda**: settore pianeggiante con debole pendenza verso sud, che si estende a O del fiume Chiese, caratterizzato dalla presenza di depositi di origine fluvioglaciale, organizzati in banchi mal stratificati, costituiti essenzialmente da materiale grossolano (ghiaie e sabbie) con percentuale di fine variabile; in questo settore si possono inoltre riconoscere depositi fluviali recenti e attuali, organizzati generalmente in lenti più o meno estese sia arealmente che verticalmente, costituiti da materiale eterogeneo in funzione dell'energia di trasporto (da ghiaie a limi e argille);
- **Anfiteatro Morenico del Garda**: settore sub pianeggiante e collinare compreso fra il fiume Chiese e il Comune di Sommacampagna, caratterizzato da depositi di origine glaciale (in particolare, morenici, glaciolacustri e sottoglaciali) costituiti da materiale estremamente eterogeneo (da massi e blocchi fino ad argille) con abbondanti variazioni di facies sia in senso orizzontale che verticale, rappresentativi dei vari processi di messa in posto.

I depositi glaciali di cui sopra sono localmente separati da depositi fluvioglaciali messi in posto a seguito della fusione dei ghiacciai stessi, che “tagliano” e ricoprono i corpi morenici depositi precentemente; questi depositi presentano le medesime caratteristiche dei sedimenti che caratterizzano l'Alta Pianura Lombarda e generalmente occupano delle porzioni di territorio pianeggianti o sub pianeggianti fra i vari corpi morenici osservabili.

- **Anfiteatro Morenico del Garda**: settore collinare compreso fra il Comune di Lonato del Garda e il Comune di Sommacampagna, caratterizzato da depositi di



origine glaciale (in particolare, morenici, glaciolacustri e sottoglaciali) costituiti da materiale estremamente eterogeneo (da massi e blocchi fino ad argille) con abbondanti variazioni di facies sia in senso orizzontale che verticale, rappresentativi dei vari processi di messa in posto.

- **Alta Pianura Veneta**: settore sub pianeggiante che si estende a Est del Comune di Sommacampagna, caratterizzato da depositi di origine fluvioglaciale e fluviale con caratteristiche simili a quelli presenti nell'Alta Pianura Lombarda.

Per quanto riguarda le strutture tettoniche presente nell'area in oggetto, sono state riconosciuti i seguenti allineamenti:

- Est Bresciano: strutture fragili con direzione giudicariense, allineate con la faglia neotettonica della riviera gardesana;
- Scarpata tettonica, presente alle spalle dell'insenatura di Salò, che ha avuto un importante ruolo nel corso del Quaternario;
- Alta Pianura bresciana: faglie con direzione NE-SO, sepolte da coperture alluvionali e glaciali, ritenute attive (rilievi di Castenedolo e Ciliverghe);
- Est del Lago di Garda: linea tettonica Garda-Sirmione, la quale trova molti riscontri di natura geologica ed idrogeologica, in particolare l'allineamento di sorgenti termominerali sulfuree anche subacquee nell'area di Sirmione.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le principali unità allostratigrafiche presenti nell'area interessata dal tracciato in progetto, distinti per settore di appartenenza; i codici delle diverse unità descritte sono relativi alla carta geologica di progetto (riff. (3) e (4)).

3.1.1. Alta Pianura Lombarda

Lungo la porzione di tracciato presente nel settore dell'Alta Pianura Lombarda si distinguono le seguenti unità, descritte dalla più antica alla più recente:

- **Conglomerati di Ciliverghe** (MeCL, Pleistocene Inf.): depositi fluvioglaciali costituiti da conglomerati a supporto clastico con matrice sabbiosa e da lenti di sabbia. E' presente una stratificazione pianoparallela inclinata di circa 7° verso NNO a causa di movimenti neotettonici legati alla presenza di strutture anticlinali profonde aventi direzione Est-Ovest.



- **Unità glaciale di Castenedolo** (MeCA, Pleistocene Med.): deposito glaciale costituito da diamicton massivo a supporto di matrice limoso-argillosa. I clasti sono poligenici, angolosi, eterometrici, $D_{MAX}=50$ cm. Il deposito presenta un grado di alterazione molto evoluto (clasti di natura cristallina arenitizzati, clasti di natura carbonatica completamente argillificati). Alla sommità è presente un suolo di genesi loessica dello spessore di circa 2 m con sparsi noduli e incrostazioni di Fe-Mn e zone a pseudogley.
- **Allogruppo del Mella** (Me, Pleistocene Med.-Sup.): depositi fluvioglaciali che costituiscono l'ossatura dei rilievi di Capriano del Colle, Castenedolo e Ciliverghe. Tali rilievi sono ubicati nella piana tra i Fiumi Mella e Chiese e s'innalzano rispetto alla pianura circostante di circa 140 m s.l.m.. La loro genesi è legata, secondo alcuni autori, ad attività di neotettonica che ha portato alla formazione di strutture anticlinali sepolte.

Il tracciato interseca un'unità litostratigrafica appartenente a questo allo gruppo, in particolare:

- **Loess**: depositi di origine eolica, costituiti da limo debolmente argilloso massivo di colore giallastro. Presente nella porzione superiore dei colli di Ciliverghe e Castenedolo in zone arealmente isolate di spessore non quantificabile.
- **Alloformazione di C.na Rodenga** (Ro, Pleistocene Med.-Sup.): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie da grossolane a molto grossolane a supporto di abbondante matrice sabbiosa debolmente argillosa, con clasti poligenici eterometrici, arrotondati e discoidali. E' presente una grossolana stratificazione suborizzontale, in cui localmente appaiono lenti e strati di sabbia. Localmente, alla sommità dei depositi fluvioglaciali è presente una copertura limosa di spessore sconosciuto (depositi di esondazione). L'unità è caratterizzata da un profilo d'alterazione evoluto di spessore ridotto.
- **Alloformazione di Navate-Aspes** (Na, Pleistocene Sup.): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio-grossolane a supporto di matrice sabbiosa debolmente limosa e, secondariamente, da sabbie medio-fini debolmente limose e da limi



argillosi debolmente sabbiosi. I clasti sono eterometrici ($D_{MAX}=10$ cm), subarrotondati, poligenici.

- **Unità postglaciale** (Pg, Olocene): depositi alluvionali costituiti da ghiaie a supporto di clasti o di matrice sabbiosa. I clasti sono eterometrici, arrotondati, poligenici. Sono presenti lenti di dimensioni anche decimetriche costituite da sabbie, limi e argille e non presenta alcun profilo di alterazione superficiale.

3.1.2. Anfiteatro Morenico del Garda

Lungo la porzione di tracciato presente nel settore dell'Anfiteatro del Garda si distinguono le seguenti unità, descritte dalla più antica alla più recente:

- **Allogruppo di Calcinato** (Cl, Pleistocene Inf.-Med.): l'unità è caratterizzata da un profilo di alterazione alto con la presenza di un suolo rossastro di spessore massimo pari a 4.5 m. Si possono distinguere in essa le seguenti facies deposizionali:
 - **Depositi glaciali**: costituiti da diamicton massivo a supporto di abbondante matrice limoso-argillosa, cementata alla sommità dei depositi glaciali. I clasti sono eterometrici ($D_{MAX}=6$ m), da angolosi a subangolosi, poligenici, alterati per circa il 90% del totale (litologie carbonatiche argillificate, litologie cristalline arenitizzate e litologie selcifere corrose); sono presenti numerose patine e noduli di dimensioni centimetriche di Fe-Mn. Localmente presenti lenti cementate, denominate conglomerationi (c).
 - **Depositi fluvioglaciali**: costituiti da ghiaie da grossolane a molto grossolane a supporto di clasti con matrice sabbioso-limosa. I clasti sono arrotondati e poligenici, alterati per circa il 90% del totale (litologie carbonatiche da decarbonatate ad argillificate, litologie cristalline da fragili ad arenitizzate). Sono presenti numerose patine e noduli di dimensioni centimetriche di Fe-Mn.
 - **Loess** : deposito eolico costituito da limo debolmente argilloso massivo di colore giallastro chiaro. Si presenta in placche isolate e di spessore non quantificabile alla sommità dei cordoni morenici.
- **Allogruppo di Lonato e San Giorgio** (Cl, Pleistocene Med.): l'unità è caratterizzata da un profilo di alterazione medio con la presenza di un suolo



bruno rossastro e spesso al massimo 1 m. Si possono distinguere in essa le seguenti facies deposizionali:

- Depositi glaciali: costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso limosa, talora debolmente cementati. I clasti sono eterometrici ($D_{MAX}=2$ m), da angolosi a subarrotondati, poligenici, alterati per circa il 50% del totale (litologie carbonatiche da decarbonatate ad argillificate e litologie cristalline da fragili ad arenitizzate).
- Depositi fluvioglaciali: costituiti da ghiaie da grossolane a molto grossolane a supporto di clasti con matrice sabbioso-limosa. I clasti sono arrotondati, poligenici e alterati per circa il 50% del totale (litologie carbonatiche da decarbonatate ad argillificate e litologie cristalline da fragili ad arenitizzate).
- **Allogruppo di Lugana** (Lu, Pleistocene Sup.): l'unità è caratterizzata da un profilo di alterazione basso e dall'assenza di copertura loessica. Si possono distinguere in essa le seguenti facies deposizionali:
 - Depositi glaciali: costituiti da diamicton massivo a supporto di matrice limoso-sabbiosa con sparsi massi erratici di dimensioni anche metriche. I clasti sono eterometrici, poligenici, angolosi, frequentemente striati se di natura carbonatica e alterati per circa il 20% del totale (litologie carbonatiche da decarbonatate ad argillificate e litologie cristalline da fragili ad arenitizzate).
 - Depositi fluvioglaciali: costituiti da ghiaie grossolane con ciottoli a supporto di matrice sabbiosa. I clasti sono eterometrici, arrotondati, poligenici. E' presente una stratificazione piano parallela orizzontale sottolineata da strati a diversa granulometria; si tratta delle piane fluvioglaciali che annegano o erodono i depositi glaciali prima descritti.
 - Depositi glaciolacustri: costituiti da limi e argille da massivi a finemente laminati con, talvolta, intercalati dei dropstone di dimensioni variabili e striati.
- **Unità Post Glaciale** (Pg, Olocene): caratterizzata dall'assenza del profilo di alterazione. E' possibile distinguere le seguenti facies deposizionali:



- Depositi alluvionali degli alvei attuali e antichi: costituiti da ghiaie a supporto di abbondante matrice sabbiosa o limosa se dovuta al rimaneggiamento di sedimenti antichi molto alterati.
- Depositi lacustri: costituiti da argille e limi a laminazione pianoparallela orizzontale con, talvolta, livelli torbosi.

3.1.3. Alta Pianura Veneta

Lungo la porzione di tracciato presente nel settore dell'Alta Pianura Veneta si distinguono la seguente unità:

- Alloformazione di Sommacampagna (So, Pleistocene med.): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie da medio-grossolane a molto grossolane al limite del supporto tra clasti e matrice limoso-sabbiosa. Alla sommità dei depositi appare una debole cementazione. I clasti sono eterometrici, da subarrotondati ad arrotondati, poligenici con prevalenza delle litologie porfiroidi.

L'unità presenta un profilo di alterazione medio con presenza di un suolo di colore rossiccio di spessore massimo pari a 1 m.

Tutte le informazioni riportate precedentemente sono sinteticamente riassunte nelle carte geologiche di progetto (rif. (4)), qui non riportate.

3.2. **INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

La morfologia dell'area oggetto di studio è il risultato dell'azione combinata dei ghiacciai, degli scaricatori fluvioglaciali, dei fiumi antichi e attuali presenti e della successiva azione antropica di rimodellamento del territorio (attività di coltivazione, attività edificatorie e attività estrattiva).

Considerando i tre settori definiti al §3.1, di seguito si descrivono brevemente le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame.

3.2.1. Alta Pianura Lombarda

Tale settore è caratterizzato da una morfologia prevalentemente pianeggiante, debolmente digradante verso sud ovest, corrispondente al cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura Padana, la cui origine è dovuta all'aggradazione di imponenti conoidi fluvioglaciali provenienti dai principali sbocchi vallivi ubicati a nord.



Questa porzione di territorio è caratterizzata da un notevole sviluppo di suolo, dalla presenza di terrazzi alluvionali legati all'azione erosiva dei principali corsi d'acqua presenti nella zona e alla loro evoluzione nel tempo, e dalla presenza di fontanili, soprattutto nella porzione meridionale dell'area.

Nell'area di Calcinato sono presenti alcune colline con direzione N-S, appartenenti alla cerchia morenica più esterna dell'Anfiteatro Gardesano. Si tratta di rilievi con sommità troncata per intensa attività antropica o per massiccio dilavamento dei terreni argillosi sui fianchi delle colline stesse.

In particolare esso attraversa tre settori, l'Alta Pianura Lombarda, l'Arco Morenico Gardesano e l'Alta Pianura Veneta.

3.2.1. Anfiteatro Morenico del Garda

L'Anfiteatro Morenico del Garda si estende a Sud del lago, fra il Comune di Lonato e il Comune di Sommacampagna.

Esso è costituito da rilievi organizzati in fasce concentriche a disposizione semicircolare, interrotte da piane strette e incassate legate all'azione degli scaricatori fluvio-glaciali, con locali presenze di aree depresse in cui si sviluppano stagni e paludi.

In generale i cordoni morenici presentano una morfologia dolce, legate ai processi erosivi dello strato di alterazione ad argille giallo-rossastre tipico di queste aree.

Questo fenomeno conferisce ai rilievi collinari il caratteristico aspetto troncato ed appiattito sulla cima. Infatti il paleosuolo tipico di queste forme glaciali è meglio conservato sui versanti, mentre è quasi completamente eroso sulle creste.

La porzione più interna delle cerchie moreniche è rappresentata da un'area pianeggiante digradante verso il lago, che, a causa della tipologia di depositi e della morfologia, favorisce il ristagno delle acque.

3.2.1. Alta Pianura Veneta

Questo settore è caratterizzato dalla presenza di grandi conoidi risultanti dall'attività fluvio-glaciale del Fiume Adige.



Dal punto di vista geomorfologico il settore di Pianura Veneta attraversato dall'opera in progetto presenta caratteri molto omogenei, in quanto legato esclusivamente a depositi fluvio-glaciali di importanti scaricatori. Si tratta di un'area pianeggiante caratterizzata da un'ampia rete di canali artificiali o corsi d'acqua minori.

Tutte le informazioni relative alla geomorfologia di dettaglio dell'area oggetto di studio sono riportate nei documenti specifici (riff. (5) e (6))

3.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'idrogeologia dell'area oggetto di studio risulta essere strettamente correlata alla tipologia di depositi presenti in sito (intesa come granulometria, grado di addensamento e caratteristiche morfologiche dei clasti), nonché ai meccanismi di messa in posto degli stessi (depositi fluviali, fluvio-glaciali, glaciali, glaciolacustri, sottoglaciali, ecc.).

Oltre ai fattori sopra indicati, la circolazione idrica delle acque nel sottosuolo risulta fortemente condizionata dai processi di alterazione e/o pedogenizzazione superficiale successivi alla messa in posto dei depositi.

Considerando i tre settori definiti al §3.1, di seguito si descrivono brevemente le caratteristiche idrogeologiche generali dell'area in esame.

3.3.1. Alta Pianura Lombarda

L'area dell'Alta Pianura Lombarda presenta caratteristiche idrogeologiche piuttosto omogenee. I materiali che caratterizzano il sottosuolo sono in prevalenza di origine fluvio-glaciale con spessori elevati. La granulometria di questi depositi tende a diminuire con la profondità determinando, di conseguenza, una netta riduzione nella permeabilità degli acquiferi più profondi.

Da un punto di vista idrogeologico i sedimenti fluvio-glaciali pleistocenici di cui sopra, possono essere divisi in cinque complessi principali (Avanzini et al., 1995), riconoscibili e correlabili a scala regionale in tutta la pianura lombarda.



Età	Unità Idrogeologiche	Acquifero	
Pleistocene sup.	Unità Ghiaioso-Sabbiosa	ACQUIFERO TRADIZIONALE (falde libere)	1° Acquifero (falde libere)
Pleistocene med.	Unità Ghiaioso-Sabbioso-Limosa		2° Acquifero (falde semiconfinate)
Pleistocene inf.	Unità a Conglomerati e Arenarie	ACQUIFERI PROFONDI (falde confinate)	3° Acquifero (falde confinate)
Pleistocene inf.	Unità Sabbioso-Argillosa		
Calabriano	Unità Argillosa		

-Schema delle unità idrogeologiche della pianura lombarda-

Di conseguenza la pianura lombarda è costituita da un sistema multifalda in cui si possono distinguere:

- Primo Acquifero: è sede di falde libere (con la possibile locale presenza di falde sospese libere o in pressione);
- Secondo Acquifero: è sede di falde libere o semiconfinate, risulta localmente connesso al primo acquifero;
- Terzo Acquifero: è sede di falde in pressione, confinate in livelli sabbiosi, separati fra di loro da livelli argilloso limosi con elevata continuità areale.

Per quanto riguarda le falde acquifere dell'acquifero tradizionale, nelle porzioni più settentrionale della pianura lombarda presentano soggiacenze medio elevate (comprese fra 30 e 40 m da p.c.), tali valori diminuiscono sensibilmente spostandosi verso le porzioni meridionali della pianura, fino ad annullarsi nella "fascia dei Fontanili" (dove si osserva l'emergenza della falda al di sopra del piano campagna).

L'alimentazione delle falde più superficiali di cui sopra avviene principalmente dalle acque meteoriche e dalle acque a uso irriguo e subordinatamente dalle acque di infiltrazione nella fascia pedemontana; per quanto riguarda le falde semiconfinate e confinate la ricarica avviene principalmente dalle acque di infiltrazione nella fascia pedemontana, e subordinatamente da infiltrazione di acqua dalle falde ubicate al di sopra.

La falda presente all'interno dell'acquifero tradizionale presenta una direzione di flusso generale in direzione da N-S a NNO-SSE man mano che ci si sposta verso est e un'elevata



correlabilità laterale nella zona di pianura (a valle delle cerchie moreniche esterne del Garda).

Spostandosi più verso sud la granulometria dei depositi fluvio-glaciale diminuisce da ghiaioso sabbiosa a sabbioso ghiaioso fino a sabbioso fine limosa-argillosa, a causa della diminuzione di energia delle acque di deposizione; di conseguenza le falde diminuiscono il loro gradiente e tendono sempre di più a diventare da libere a semi-confinato/confinato.

3.3.2. Anfiteatro Morenico del Garda

L'assetto geologico-stratigrafico dell'Anfiteatro Morenico del Garda, descritto al §3.1 della presente relazione, è caratterizzato da elevata eterogeneità sia verticale che laterale.

La presenza di corpi morenici, caratterizzati da strato superficiale pedogenizzato con spessore variabile in funzione dell'età di deposizione, localmente separati, troncati e/o ricoperti da depositi fluvio-glaciali, a loro volta in eteropia con depositi glacio-lacustri, localmente poggianti su depositi sub glaciali, si ripercuote, sull'assetto idrogeologico del sottosuolo, sulle direzioni di flusso delle falde presenti.

I corpi morenici, anche se costituiti in predominanza da ghiaie sabbiose, presentano valori di conducibilità idraulica modesti, in relazione all'abbondante matrice limoso-argillosa che ne controlla la struttura; inoltre, all'interno degli stessi corpi morenici, in corrispondenza degli orizzonti dominati da matrice più grossolana, la conducibilità idraulica può aumentare anche di diversi ordini di grandezza, ospitando acquiferi, potenzialmente in pressione, di continuità laterale del tutto ridotta.

Definire in modo chiaro ed univoco il flusso idrico attivo in questi settori, in relazione a quanto descritto, risulta pertanto estremamente problematico; in particolare risulta difficile, determinare un assetto idrogeologico generale che rappresenti l'Anfiteatro Morenico nella sua totalità.

3.3.1. Alta Pianura Veneta

L'Alta Pianura, costituita da potenti spessori di depositi sciolti grossolani (ghiaie e sabbie di media ed elevata conducibilità idraulica) ospita un importante sistema



acquifero, rappresentato da un'unica falda freatica di grande spessore e continuità laterale. Tale acquifero, continuamente alimentato dalle acque meteoriche, dall'idrografia superficiale e dalle acque irrigue, presenta un'ottima efficienza, di conseguenza risulta abbondantemente sfruttato dai numerosi pozzi pubblici e privati.

La direzione principale del flusso idrico sotterraneo segue la direzione NNO-SSE, come già descritto per la Pianura Lombarda alla quale si connette nella zona a valle dell'anfiteatro del Garda.



4. DATI PIEZOMETRICI

4.1. CAMPAGNA DI MISURA 2017

Al fine di aggiornare lo studio idrogeologico dell'area interessata dal progetto della linea ferroviaria A.V./A.C., fra la seconda metà di novembre 2017 e la prima settimana di dicembre 2017 è stata eseguita una campagna di misura dei piezometri ancora esistenti realizzati lungo la tratta nelle campagne di indagini geognostiche 1992, 2002, 2004 e 2014 (n.76 piezometri), nonché dei nuovi piezometri integrativi realizzati nei comuni di Desenzano d/G (n.3 piezometri), Peschiera d/G (n.4 piezometri) e Sona (n.3 piezometri).

Oltre ai punti di monitoraggio realizzati a supporto del progetto della linea, durante la campagna di misure eseguita sono stati rilevati alcuni piezometri di monitoraggio di cave, discariche e aziende private presenti nell'intorno dell'area di interesse, al fine di definire con maggior dettaglio l'andamento idrico nel sottosuolo.

In particolare sono stati rilevati i dati piezometrici della strumentazione installata nei seguenti siti:

- Comune di Rezzato: loc. Fenile dei Frati (n.3 piezometri);
- Comune di Mazzano: discarica di Ciliverghe (n.19 piezometri);
- Comune di Mazzano via S. Rocco: azienda privata (n.2 piezometri);
- Comune di Mazzano: cava Florio Felice (n.6 piezometri)
- Comune di Montichiari: azienda privata (n.2 piezometri)
- Comune di Montichiari: ATE 43 e ATE 44 (rispettivamente n.6 piezometri e n.12 piezometri);
- Comune di Lonato d/G: cave Vezzola (n.8 piezometri).

Per ogni punto di monitoraggio è stata effettuata la lettura freaticometrica e il rilievo piano altimetrico della testa dello strumento.

Il rilievo dei punti di indagine è stato effettuato con l'ausilio del ricevitore GNSS Geomax Zenith 20 a 120 canali, costituito da un'antenna GNSS e un palmare, collegati fra di loro a mezzo di tecnologia wireless integrata.



Il ricevitore, in grado di tracciare i satelliti GPS, GLONASS e GALILEO, permette di ottenere un'elevata accuratezza di rilievo dei punti, con precisioni di posizionamento inferiori al cm.

Tutti i punti rilevati durante la campagna di misura hanno una precisione sia sul posizionamento orizzontale, sia sul posizionamento verticale, inferiore a 5 cm.

In Allegato n.1 sono sintetizzati i dati rilevati durante la campagna di misure eseguita relativi ai piezometri a supporto del progetto e ai piezometri di cave e discariche presenti nell'area di studio.

Sulle tavole allegate alla presente relazione (Allegato n.3) sono riportati i punti di monitoraggio rilevati durante la campagna di misure eseguita.

4.2. REVISIONE BIBLIOGRAFICA

Per avere una miglior distribuzione spaziale dei dati piezometrici e integrare le misure a disposizione, è stata eseguita una revisione bibliografica dei dati piezometrici messi a disposizione dagli enti pubblici e pubblicati su documenti ufficiali.

I dati utilizzati per la realizzazione del modello idrogeologico di sottosuolo dell'area in oggetto, selezionati a seguito di accurata analisi critica e di confronti incrociati con i dati rilevati, sono stati presi dai seguenti enti:

- Arpa Lombardia – Dipartimento di Brescia- Progetto Plumes (riff. (26) e (27)): n.25 piezometri e n.16 pozzi privati nell'area compresa tra i comuni di Brescia e Desenzano d/G;
- Arpa Lombardia – Dipartimento di Mantova - Progetto Plumes Alto Mantovano (rif. (28)): n.22 piezometri nell'area compresa tra i comuni di Castiglione delle Stiviere Solferino, Mozambano e Ponti sul Mincio;
- Arpa Veneto (rif. (29)): n.5 piezometri automatici e n. 6 piezometri manuali compresi nella porzione occidentale della provincia di Verona;
- Servizio Geologico d'Italia – Ispra (rif. (30)): n.51 pozzi e piezometri sparsi nell'intorno dell'area oggetto di studio;



-
- Piani di Governo del Territorio dei comuni di Calcinato, Mazzano, Lonato d/G e Desenzano d/G (riff. da (19) a (24)): n.28 pozzi pubblici e privati ricadenti nelle aree comunali.

In Allegato n.2 sono sintetizzati i dati bibliografici ricavati dagli enti e dalla documentazione ufficiale consultata.

Sulle tavole allegate alla presente relazione (Allegato n.3) sono riportati i punti di monitoraggio ricavati dalla bibliografia consultata, distinti in funzione dell'ente di provenienza.



5. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Sulla base delle informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area (§3), dell'analisi dei dati stratigrafici dei logs a disposizione e dei risultati delle analisi integrative eseguite fra ottobre e novembre 2017, è stato definito un modello concettuale del sottosuolo.

Sulla base di tale modello, è stato realizzato il modello idrogeologico dell'area oggetto di studio mediante interpolazione dei dati freaticometrici a disposizione.

I risultati sono sinteticamente riassunti nelle tavole allegate (allegato n.3), dove sono state tracciate le linee isopiezometriche delle diverse falde presenti sul territorio.

5.1. MODELLO CONCETTUALE DEL SOTTOSUOLO

Il territorio in oggetto può essere suddiviso in tre macro zone:

- Alta Pianura Lombarda: costituita da depositi prevalentemente fluvioglaciali costituiti da materiali grossolani (ghiaie, sabbie e ciottoli) con contenuto in materiale fine molto variabile (legato all'energia di deposizione degli scaricatori flucioglaciali).

I materiali risultano essere generalmente molto omogenei sul territorio, fatta eccezione per locali aree caratterizzate da depositi più fini di origine fluviale o interessate elementi tettonici che hanno favorito il sollevamento di unità di origine glaciale più antiche al di sopra del livello medio della pianura (Castenedolo, Ciliverghe e Calcinato).

- Anfiteatro del Garda: costituito da differenti tipologie di depositi glaciali, quali depositi morenici, depositi glacio lacustri, depositi sub glaciali e depositi fluvioglaciali).

I materiali costituenti sono estremamente eterogenei fra loro sia a livello granulometrico che a livello di addensamento, di conseguenza si avranno delle elevate variabilità in termini di conducibilità idraulica.

I depositi morenici risultano essere costituiti da materiale grossolano a supporto di matrice limoso sabbiosa, con più o meno abbondanti intercalazioni di livelli maldefiniti e discontinui di materiale prevalentemente fine (argille con ghiaia e ciottoli) e prevalentemente grossolano (ghiaie e ciottoli con sabbie); inoltre i



rilievi glaciali sono caratterizzati dalla presenza di suoli da mediamente a molto evoluti, meglio conservati sui fianchi e generalmente erosi sulla sommità.

Tale condizione rende i cordoni morenici, in particolar modo quelli più antichi, dei corpi acquiferi “isolati”, sede di falde sospese, spesso in pressione, arealmente limitate e solo localmente correlabili le une alle altre.

I depositi glacio lacustri sono costituiti essenzialmente da materiali fini (argille) con conducibilità idrauliche tali da renderli degli acquiclude e quindi di rappresentare la base di eventuali falde sospese e/o il tetto di eventuali falde confinate.

I depositi fluvioglaciali presentano generalmente le stesse caratteristiche di quelli descritti per il settore dell’alta Pianura Lombarda, ma in questo settore risultano essere confinati lateralmente dai diversi cordoni morenici presenti, e quindi sede di falde non connesse a quelle dell’Alta Pianura Lombarda.

I depositi sub glaciali, presenti al di sotto di tutte le facies glaciali e fluvioglaciali che caratterizzano l’area dell’anfiteatro morenico, sono costituiti da materiali fini generati dalla pressione generata dal ghiacciaio in movimento, con locali intercalazioni di materiali grossolani più o meno continue e spesso non intersecanti; questi depositi, come ben osservabile dalle stratigrafie dei pozzi profondi, sono sede di falde confinate in pressione, difficilmente correlabili fra loro a grande scala.

- Alta Pianura Veneta: anch’essa costituita da depositi di origine fluvioglaciale con le medesime caratteristiche già descritte per l’Alta Pianura Lombarda; in questo settore, almeno per quanto riguarda l’area di interesse, non vi sono evidenze di movimenti tettonici che hanno causato l’esumazione di unità più antiche.

Sulla base di quanto sopra esposto si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. Il settore dell’Alta Pianura Lombarda, che si estende a ovest del fiume Chiese, è costituito da depositi caratterizzati da valori di conducibilità idraulica medio elevati e generalmente abbastanza omogenei, fatta eccezione per locali situazioni legate alle azioni tettoniche o alla presenza di depositi fini.
2. Il settore dell’Alta Pianura Veneta ha le medesime caratteristiche del precedente, e risulta essere connesso all’Alta Pianura Lombarda nella porzione di territorio



sita a valle delle ultime cerchie moreniche (Castiglione delle Stiviere- Guidizzolo-Volta Mantovana-Valeggio sul Mincio-Villafranca di Verona).

Dall'osservazione delle carte idrogeologiche a scala regionale si evince che questi due settori rappresentano nella loro porzione superficiale l'acquifero tradizionale principale, sede di una falda libera o localmente semiconfinata correlabile a scala regionale.

3. Il settore dell'Anfiteatro del Garda risulta essere isolato dai due circostanti a causa della tipologia dei depositi presenti; i cordoni morenici costituiscono dei corpi acquiferi complessi e isolati, sede di falde solo localmente continue arealmente che localmente alimentano direttamente le falde presenti nei corpi fluvioglaciali incassati fra loro.

I depositi sub glaciali isolano tutti i corpi acquiferi riconoscibili all'interno dell'anfiteatro morenico dalla sottostante falda principale, e sono sede di falde confinate solo localmente connesse e correlabili fra loro.

4. La presenza di depositi di origine glaciolacustre con estensioni areali medio elevate implica la presenza di diversi sistemi di falde sospese più o meno superficiali, difficilmente correlabili arealmente.

5.2. **ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA**

I dati misurati e reperiti dalla bibliografia consultata sono stati interpolati fra loro tenendo conto del modello concettuale del sottosuolo precedentemente esposto.

Sono quindi stati inizialmente considerati tutti i punti di monitoraggio ubicati all'esterno delle cerchie moreniche ascrivibili all'ultimo massimo glaciale (LGM); successivamente è stata eseguita l'interpolazione dei dati rilevati all'interno dell'anfiteatro morenico, considerando i corpi geologici appartenenti alle stesse alloformazioni come "serbatoi isolati".

Nell'ultima fase interpretativa è stata focalizzata l'attenzione sui limiti fra i diversi corpi acquiferi definiti in precedenza, al fine di valutare eventuali interazioni reciproche o connessioni.

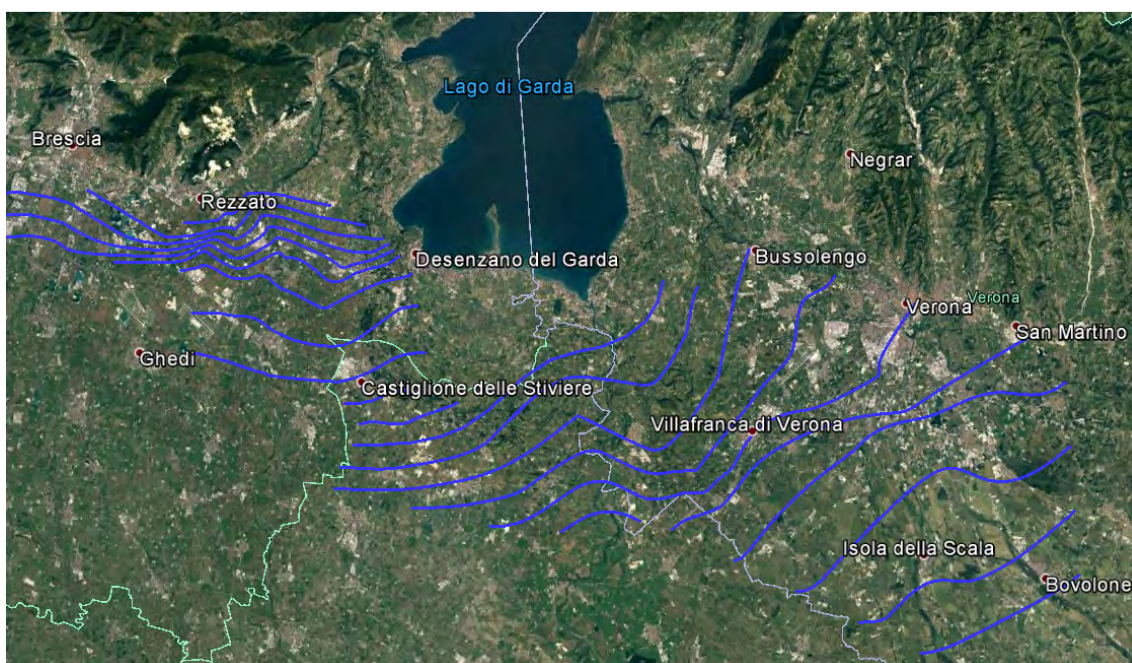
Facendo riferimento alle Carte delle Isopiezometriche allegate sono state distinte tre tipologie di falde acquifere:



5.2.1. Falda Principale Superficiale:

Si sviluppa nei settori dell'Alta Pianura Lombarda e dell'alta Pianura Veneta ed è ascrivibile alla falda libera dell'Acquifero Tradizionale.

Questo corpo idrico ha direzione di flusso variabile da NNO-SSE nella porzione di territorio occidentale (fra i comuni di Brescia e Calcinato) a NO-SE nella porzione di territorio orientale (fra i comuni di Castel Nuovo e Verona); nella porzione settentrionale del territorio veronese la falda ha una direzione circa O-E, la quale varia gradualmente a circa NO-SE muovendosi verso sud.



-Andamento della Falda Principale Superficiale-

Sono presenti locali variazioni della direzione di flusso (imputabili al suo sfruttamento e ai differenti "canali" di alimentazione in zona pedemontana) nella porzione a valle del comune di Rezzato.

Spostandosi verso le zone più meridionali del settore bresciano le linee di egual potenziale tendono a diventare orizzontali, definendo un andamento generale in direzione N-S, diversamente, nel settore veronese, le isopiezometriche tendono a mantenere una direzione costante circa NO-SE.

La soggiacenza nell'area oggetto di studio rimane generalmente costante, compresa fra circa -30.0÷-35.0 m da p.c., localmente anche -40.0 m da p.c., sia nel settore lombardo che nel settore veneto.



In corrispondenza dell'anfiteatro morenico non è stato possibile definire il suo andamento, in quanto, presumibilmente, non si hanno piezometri o pozzi che la intercettano (i valori di soggiacenza misurati nei pozzi/piezometri interni all'anfiteatro morenico non sono correlabili).

Al margine orientale dell'anfiteatro morenico, in corrispondenza dei comuni di Castel Nuovo, Sona e Sommacampagna, è stato possibile tracciare l'andamento della falda, grazie alla presenza di alcuni pozzi nell'area di Bussolengo.

L'alimentazione di questa falda è prevalentemente legata alle acque di infiltrazione legate alle precipitazioni meteoriche e alle acque irrigue, nonché alla acque sotterranee provenienti dalle zone pedemontane sei settori settentrionali dell'area de studio.

Le caratteristiche di conducibilità idraulica dei depositi costituenti l'acquifero rendono questa falda mediamente vulnerabile all'azione di inquinanti provenienti dalla superficie.

5.2.2. Falda Confinata Intramorenica:

Si sviluppa nella porzione più interna dell'arco morenico, nella zona sub pianeggiante a sud di Rivoltella, al di sotto dei depositi glacio lacustri presenti nell'area di Desenzano (all'interno dei livelli più permeabili dei depositi glacio lacustri stessi).



-Andamento della Falda Confinata Intramorenica-



La direzione di flusso è SO-NE nella zona occidentale e nord occidentale, mentre risulta essere S-N nella zona nord orientale; nell'area a sud della linea FS, nei pressi del Lago del Frassino, si osserva uno spartiacque sotterraneo orientato ENE-OSO, che fa invertire la direzione del flusso idrico nell'area compresa fra loc. Massoni e loc. Cascina Ceresa (direzione N-S).

La definizione di questa falda è stata effettuata unicamente mediante l'utilizzo dei dati ricavati dai pozzi del PGT e della banca dati del Servizio Geologico d'Italia; i piezometri e i pozzi presenti nell'intorno di quest'area non permettono di definire maggiormente l'andamento di questa falda.

La soggiacenza di questa falda varia fra -15 m da p.c. e -25 m da p.c. circa, tale variazione è con ogni probabilità legata alla conformazione topografica dell'area, caratterizzata da rilievi collinari e pianure debolmente digradanti sia verso nord che verso sud.

L'alimentazione di questa falda risulta difficilmente definibile, a causa delle poche informazioni in possesso e, soprattutto, alla complessità geologica del sistema acquifero in cui si sviluppa; presumibilmente la ricarica avviene in prevalenza da apporti idrici sotterranei, attraverso i livelli più permeabili contenuti nei depositi glacio lacustri e morenici; in parte l'alimentazione è fornita dalle acque di infiltrazione.

Per quanto riguarda la vulnerabilità dell'acquifero, viste le caratteristiche dei depositi superficiali, si può affermare che esso risulta essere ben protetto dalla possibile infiltrazione di sostanze inquinanti, viste le caratteristiche di conducibilità idraulica basse.

5.2.3. Falde sospese

Si sviluppano prevalentemente nei depositi glaciali e fluvio-glaciali all'interno dell'Anfiteatro morenico del Garda, ma si osservano falde sospese anche nel settore dell'Alta Pianura Lombarda, a causa della presenza di livelli di materiali a bassa conducibilità idraulica.

Nel settore dell'Alta Pianura Veneta non sono state osservate falde di questo tipo, in quanto non intercettate da nessuna delle indagini pregresse eseguite.

Le caratteristiche di queste falde variano in funzione del settore in cui si trovano, in particolare:



- **Alta pianura Lombarda**: in questo settore è presente una falda sospesa ben definita nel comune di Mazzano, legata all'azione neotettonica di faglie post plioceniche unita a una struttura anticlinale profonda, che hanno permesso il sollevamento di depositi morenici preservandoli dall'erosione.



-Andamento delle Falde Sospese dell'Alta Pianura Lombarda-

Questa falda è legata alla presenza di depositi di origine glaciale, costituiti da materiali fini, che la sostengono al di sopra della falda principale.

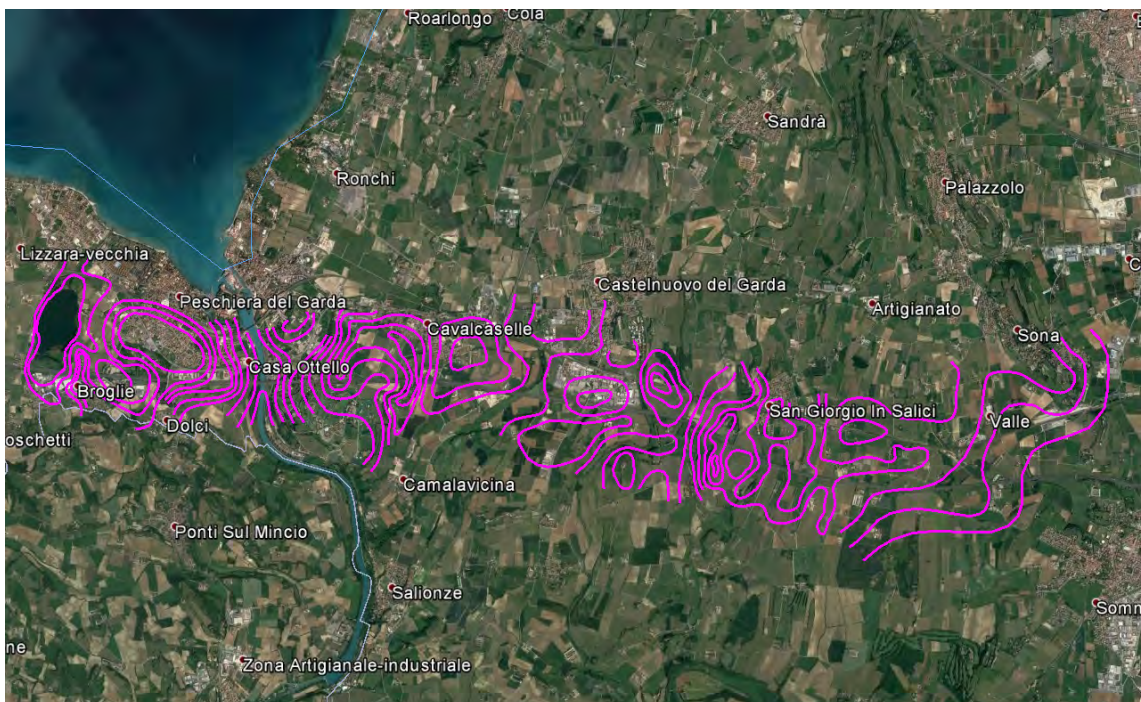
Il flusso idrico è imposto dalla struttura antiforme dell'acquicluda basale, che impone all'acqua sotterranea di muoversi lateralmente, perpendicolarmente all'asse dell'anticlinale, verso la Falda Principale, all'interno della quale si infiltrano le acque.

Questa falda, sospesa, alimentate dalle acque di infiltrazione, è caratterizzate da spessori relativamente ridotti e da soggiacenze di circa -10÷-15 m da p.c..

- **Anfiteatro Morenico del Garda**: In questo settore sono presenti diverse falde sospese, sia all'interno dei cordoni morenici, sia all'interno dei depositi fluvioglaciali, nonché all'interno dei livelli più permeabili dei depositi glaciolacusti.



-Andamento delle Falde Sospese dell'Anfiteatro Morenico del Garda, zona bresciana-



-Andamento delle Falde Sospese dell'Anfiteatro Morenico del Garda, zona veronese-

Le falde sospese di questo settore risultano ben definibili all'interno delle piane fluvio-glaciali interne alle cerchie, nella porzione a sud di Lonato e nella zona del veronese; i corpi idrici risultano separati fra di loro dalle colline moreniche stesse che localmente li alimentano.



L'alimentazione avviene prevalentemente dalle acque di infiltrazione e le direzioni di flusso risultano fortemente condizionate dalla morfologia del territorio.

La soggiacenza di queste falde varia da pochi metri da p.c. sono a un massimo di 10 m circa da p.c. (in corrispondenza delle piane fluvioglaciali più estese).

All'interno dei cordoni morenici sono localmente presenti delle falde più o meno continue, con direzione di flusso orientate verso le piane fluvioglaciali laterali, caratterizzate da conducibilità idrauliche maggiori.

Nella piana glacio lacustre di Desenzano sono presenti diversi piezometri che intercettano le acque di falde sospese, con soggiacenze nell'ordine di -2÷-5 m da p.c., in generale in questa zona non è stato possibile definire un andamento di questi corpi idrici, fatta eccezione per una porzione limitata arealmente, ubicata nell'area di S. Martino della Battaglia, dove si osserva una falda sospesa con direzione SSO-NNE.

Nell'area comunale di Sona e Sommacampagna, la falda sospesa identificata tende ad assumere una direzione di flusso più o meno costante in direzione ONO-ESE, non dissimile da quella della falda principale presente in questa zona.

La vulnerabilità di queste falde, in funzione dei valori di soggiacenza e delle caratteristiche granulometriche dei depositi presenti, è variabile da medio-bassa in corrispondenza dei cordoni morenici a media in corrispondenza delle porzioni di piana fluvioglaciale.

Si sottolinea che l'area caratterizzata dai depositi fluviali antichi e recenti del fiume Mincio, dotati di caratteristiche di conducibilità idraulica elevata, rappresenta una asse drenante per le falde sospese presenti nel suo intorno.

Nel settore dell'Anfiteatro Morenico del Garda sono presenti delle zone dove non è stato possibile definire un andamento piezometrico, a causa della non correlabilità dei dati freaticometrici a disposizione. In particolare, il cordone morenico più esterno in comune di Lonato d/G presenta dei valori di soggiacenza estremamente discordanti fra loro, con variazioni di quota assoluta delle falde di oltre 20 m. Ciò è con ogni probabilità legato



alla presenza di diverse falde, spesso in pressione, con estensioni areali e verticali estremamente limitate.

Questa area, analogamente a quelle della piana glaciolacustre a sud di Desenzano - Sirmione e della porzione di piana fluvioglaciale a O di Lonato, sono state identificate come zone sede di falde sospese arealmente limitate.

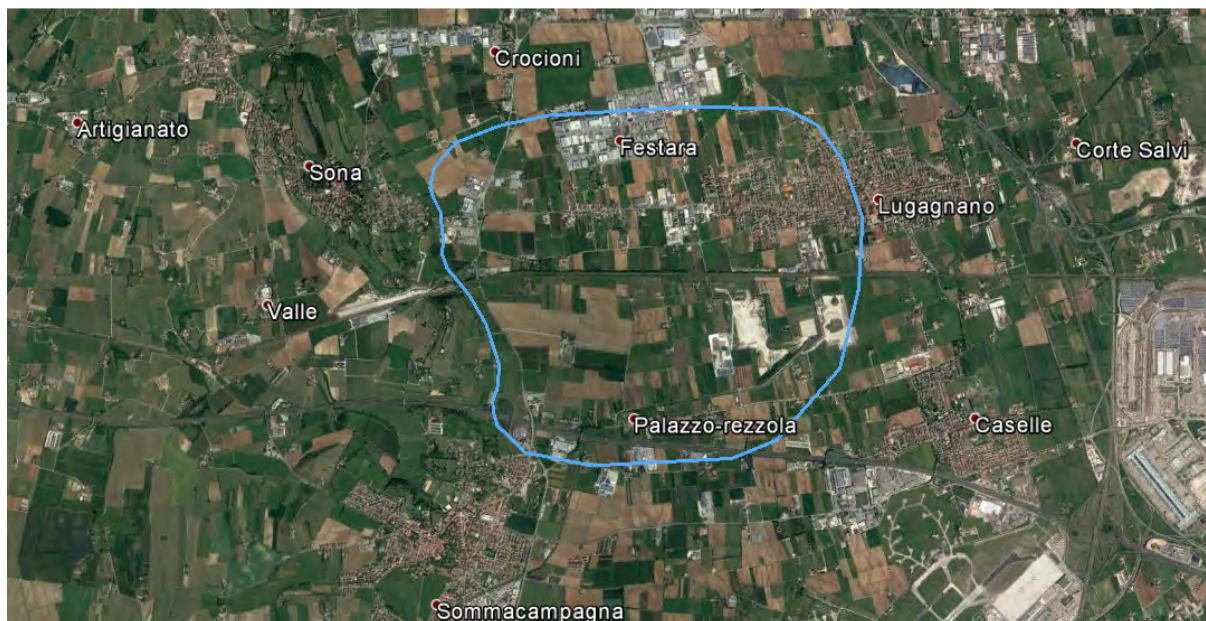


-Aree caratterizzate dalla presenza di falde sospese arealmente limitate-

5.2.4. Zone di connessione fra i tre settori

Ai margini fra le cerchie moreniche esterne e la pianura sono state individuate delle zone di connessione fra le falde sospese definite all'interno dell'Anfiteatro Morenico e la falda principale superficiale.

In particolare, per quanto riguarda il settore veronese, è stata definita un'area di infiltrazione estesa dall'area comunale di Sona e di Sommacampagna al margine occidentale del comune di Verona.



-Area di infiltrazione (esterna alle cerchie moreniche) dalla falda sospesa alla falda principale -

Per quanto riguarda la zona compresa fra la cerchia morenica esterna di Lonato e la pianura fluvioglaciale occidentale, si presenta una situazione differente, infatti i dati piezometrici indicano la presenza, nella porzione di piana fluvioglaciale a ovest di Lonato, di una fascia caratterizzata da più falde sospese arealmente limitate che si estende quasi fino al limite comunale di Calcinato.

Queste falde sospese potrebbero essere alimentate dai corpi idrici isolati presenti all'interno del cordone morenico di Lonato, considerato in questo studio come un'unità idrogeologica separata da tutte le altre circostanti.

Analogamente a quanto sopra esposto, anche il margine orientale della collina morenica di Lonato potrebbe rappresentare un punto di infiltrazione dalle falde sospese e isolate presenti al suo interno alla falda sospesa presente nei depositi della piana fluvioglaciale sottostante.



-Cordone Morenico di Lonato, in giallo il limite delle falde sospese arealmente limitate, in magenta i limiti dell'unità idrogeologica, le frecce indicano la direzione di infiltrazione-

5.2.5. Validazione del modello

L'area in oggetto è caratterizzata da notevole estensione areale, da elevata complessità dei fenomeni che hanno prodotto l'assetto geologico morfologico attuale, e da diversi elementi idrografici che attraversano ortogonalmente la linea in progetto.

Viste le considerazioni di cui sopra, unitamente al numero ridotto di punti di monitoraggio rispetto alla superficie dell'area oggetto di studio, si è resa necessaria l'esecuzione di una validazione generalizzata del modello prodotto.

La suddetta validazione è stata eseguita utilizzando i dati della campagna di misure 2004 effettuata dai tecnici di Cepav Due.

Sono stati presi in considerazione sia i dati misurati nei punti di monitoraggio rilevati nella campagna 2017, sia punti di monitoraggio non più esistenti sul territorio.

Il confronto dei dati del 2004 con il modello idrogeologico realizzato e con i dati della campagna 2017 ha evidenziato che le variazioni dei livelli di falda fra le due campagne di misura sono comprese fra 1 e 5 m circa in corrispondenza delle piane fluvio-glaciali dei tre settori, per quanto riguarda i punti di monitoraggio ubicati sui cordoni morenici si hanno variazioni localmente più importanti (anche superiori a 10 m circa).



Questo fatto conferma il modello concettuale definito dagli scriventi, caratterizzato da corpi geologici di origine glaciale sede di falde sospese, localmente in pressione, arealmente limitate e non connesse fra loro, e da corpi geologici di origine fluvioglaciale e fluviale sede di falde sospese con maggior continuità areale.

La struttura generale delle falde identificate (in termini di direzioni di flusso, gradienti idraulici e morfologia) viene sostanzialmente confermata, a meno delle variazioni di soggiacenza imputabili a variazioni di fattori climatici (regime pluviometrico e termometrico).

I dati di validazione utilizzati non permettono di definire in maniera più accurata l'andamento delle falde sospese nelle aree di piana glaciolacustri e fluvioglaciali presenti a sud di Desenzano e Rivoltella, a causa del numero esiguo di indagini eseguite in questa fascia territoriale e della loro disposizione areale (allineate lungo il tracciato).



6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio idrogeologico descritto nella presente relazione è stato effettuato sulla base di un modello concettuale definito sulle caratteristiche geologiche geomorfologiche e strutturali dell'area in oggetto, prendendo in considerazione dati piezometrici aggiornati e dati bibliografici ricavati dalla documentazione raccolta dagli enti pubblici.

Il modello risultante è stato validato utilizzando i dati della campagna di misure 2004 effettuata dai tecnici di Cepav Due.

L'elaborazione dei dati utilizzati ha permesso di definire tre tipologie di falde contenute all'interno di quattro differenti unità idrogeologiche, in particolare:

- Falda Principale Superficiale: corpo idrico correlabile a scala regionale, esterno alle cerchie moreniche esterne dell'ultimo massimo glaciale, sviluppato all'interno della piana fluvio-glaciale che caratterizza l'alta pianura Lombarda e l'alta pianura Veneta.

La direzione di flusso è variabile da NNE-SSO a NO-SE muovendosi dalla porzione occidentale dell'area verso quella orientale, l'alimentazione avviene per infiltrazione di acque meteoriche e irrigue, nonché per flusso idrico sotterraneo dalle aree di alimentazione ubicate a N dell'area in oggetto.

La soggiacenza varia fra -30.0 e -35 m, con locali aumenti (fino a -40 m), in corrispondenza di zone morfologicamente rilevate rispetto a quelle circostanti.

Non è stato possibile definire l'andamento di questo corpo idrico al di sotto dell'anfiteatro morenico del Garda, fatta eccezione per la zona orientale (provincia di Verona).

- Falda Confinata Intramorenica: corpo idrico confinato, contenuto nei canali e nei livelli più permeabili racchiusi all'interno dei depositi glaciolacustri presenti nella zona più interna dell'anfiteatro morenico.

La direzione di flusso è variabile da SO-NE nella porzione occidentale a S-N nella porzione orientale; in quest'ultima porzione di territorio è presente uno spartiacque sotterraneo che inverte la direzione di flusso (N-S) nella zona sud orientale.



L'alimentazione di questo corpo idrico avviene con ogni probabilità attraverso le acque sotterranee provenienti da livelli permeabili contenuti nei depositi glaciolacustri o sub glaciali. La soggiacenza è variabile fra -15 m e -25 m da p.c. circa, a causa della conformazione morfologica superficiale del territorio.

- Falde sospese: corpi idrici sviluppati all'interno dei depositi fluvioglaciali interni ai cordoni morenici e all'interno dei cordoni morenici stessi, caratterizzate da soggiacenze molto basse (da -2 a -5 m da p.c.), direzioni di flusso variabili, condizionate dalle differenze di conducibilità idraulica fra le unità idrogeologiche (depositi glaciali e fluvio glaciali) e spesso non interpretabili (soprattutto per le falde dei cordoni morenici).

Nell'area in oggetto sono presenti delle zone caratterizzate dalla presenza di più falde sospese non correlabili fra loro, arealmente e verticalmente limitate, ubicate all'interno del cordone morenico di Lonato d/G, nella zona piana fluvioglaciale compresa fra Calcinato e Lonato e nell'area intramorenica compresa fra il lago del Frassino e Desenzano d/G.

Le falde identificate all'interno dell'anfiteatro morenico risultano isolate dalla falda principale a causa dei depositi sottoglaciali presenti nel sottosuolo, fatta eccezione per la porzione di territorio compresa fra i comuni di Sona e Sommacampagna, ove è stata identificata un'area di infiltrazione delle acque di queste falde all'interno della falda principale superficiale

I risultati del presente studio idrogeologico sono riassunti all'interno delle carte delle isopiezometriche allegate alla presente (Allegato n.3).

Si sottolinea il fatto che l'interpretazione dei dati effettuata, seppur basata su un modello concettuale definito su base geologico-geomorfologica dell'area, è il risultato dell'applicazione di formulazioni matematiche; è dunque possibile che localmente, l'andamento delle falde ricostruite non rappresenti in modo corretto l'effettivo andamento piezometrico (in particolar modo per quanto riguarda i cordoni morenici).

Il modello descritto, presenta delle zone lacunose in termini di dati piezometrici, a causa della disomogeneità nella distribuzione dei punti di monitoraggio; indubbiamente



un'eventuale integrazione dei piezometri esistenti, ubicati anche a una certa distanza dalla linea in progetto, permetterebbe un eventuale affinamento del modello idrogeologico.

Inoltre, l'esecuzione di una campagna di misure sistematiche a cadenza mensile o inferiore, consentirebbe di mantenere aggiornato il modello idrogeologico redatto, valutando anche le escursioni stagionali delle falde.

INFRASTRUTTURE FERROVIARE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

LINEA A.V./A.C. TORINO-VENEZIA TRATTA MILANO-VERONA LOTTO FUNZIONALE BRESCIA-VERONA PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO N.1 RILIEVO TOPOGRAFICO PUNTI DI MONITORAGGIO E MISURE PIEZOMETRICHE CAMPAGNA 2017

CAMPAGNA DI MISURE 2017											
FONTE	PUNTO DI MONITORAGGIO	CAMPAGNA DI INDAGINE	PROFONDITA' (m)	COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS 84)		COORDINATE CHILOMETRICHE (GAUSS BOAGA FUSO O)		QUOTA GEODETICA (m s.m.)	SOGGIACENZA (m da tp.)	QUOTA FALDA (m s.m.)	NOTE
				LATITUDINE N (° ' ")	LONGITUDINE E (° ' ")	X (m)	Y (m)				
Discarica di Cliverghe	PZ 8	-	-	45° 28' 26.2161"	10° 19' 58.4580"	1604213.161	5036486.031	135.0000	22.00	113.0000	-
	PZ 5	-	81.00	45° 28' 13.5671"	10° 20' 2.5044"	1604307.461	5036097.131	131.7720	40.97	92.0300	-
	PZ 15	-	-	45° 28' 44.6576"	10° 19' 14.0916"	1603240.538	5037039.246	135.0000	14.35	120.6500	-
	PZ 17	-	-	45° 28' 53.9548"	10° 19' 58.0080"	1604189.175	5037341.901	137.0000	10.20	126.8000	-
	PZ M13	-	21.00	45° 28' 55.3286"	10° 20' 16.0440"	1604580.068	5037390.805	142.0000	11.50	130.5000	-
	PZ M14	-	23.00	45° 28' 53.0924"	10° 20' 19.7880"	1604662.498	5037323.149	141.0000	14.40	126.6000	-
	PZ 4	-	30.00	45° 28' 51.0472"	10° 20' 24.9468"	1604775.491	5037261.899	140.2140	17.95	122.0500	-
	PZ 1	-	31.00	45° 29' 9.2503"	10° 20' 23.6472"	1604737.953	5037823.189	141.6580	19.10	122.9000	-
	PZ M11	-	31.50	45° 29' 5.8523"	10° 20' 25.5300"	1604780.531	5037719.006	143.0000	17.66	125.3400	-
	PZ 2(bis)	-	19.50	45° 28' 58.9395"	10° 20' 31.1388"	1604905.869	5037507.702	140.4840	16.62	124.3800	-
	PZ 3	-	31.00	45° 29' 7.8349"	10° 20' 11.9688"	1604485.113	5037775.285	140.7730	18.85	123.1500	-
	PZ M12	-	150.00	45° 28' 59.2503"	10° 20' 16.4544"	1604586.932	5037511.979	141.0000	11.77	129.2300	-
	PZ 19	-	-	45° 29' 15.7703"	10° 19' 17.0196"	1604590.716	5038022.002	142.0000	21.90	120.1000	-
	PZ 12	-	-	45° 29' 11.3175"	10° 20' 35.7864"	1605000.354	5037891.384	144.0000	19.30	124.7000	-
PZ 13	-	-	45° 29' 23.7271"	10° 20' 50.0244"	1605303.040	5038279.528	145.0000	25.36	119.6400	-	
PZ 11	-	-	45° 29' 15.0196"	10° 20' 0.7476"	1604237.878	5037992.963	141.0000	21.06	119.9400	-	
PZ 10	-	-	45° 29' 7.0761"	10° 19' 30.7236"	1603590.185	5037737.039	138.0000	19.36	118.6400	-	
PZ 9	-	-	45° 28' 58.8391"	10° 18' 28.0584"	1602233.980	5037460.554	134.0000	17.39	116.6100	-	
PZ 14	-	-	45° 29' 31.8799"	10° 21' 3.5496"	1605592.414	5038536.057	147.0000	27.14	119.8600	-	
PZ2 FAS	-	-	45° 27' 34.1717"	10° 19' 52.7412"	1604115.615	5034877.851	121.7350	37.84	83.8950	-	
PZ1 FAS	-	-	45° 27' 39.9330"	10° 19' 51.2544"	1604080.413	5035055.116	122.1190	38.23	83.8890	-	
Cave Vezzola	AV-LO-VEZ-02	-	-	45° 26' 5.2248"	10° 31' 9.1092"	1618856.716	5032393.345	119.5060	2.14	117.3660	-
	AV-LO-VEZ-01	-	-	45° 26' 5.5831"	10° 31' 24.8844"	1619199.253	5032410.886	123.7360	7.31	116.4260	-
	P3 BIS	-	-	45° 26' 11.9399"	10° 31' 14.5668"	1618971.327	5032602.818	120.6050	3.86	116.7450	-
	P3	-	-	45° 26' 12.9118"	10° 31' 10.0776"	1618873.288	5032630.968	123.5380	10.72	112.8180	-
	P2	-	-	45° 26' 17.4573"	10° 31' 5.0304"	1618760.922	5032769.170	129.6570	12.00	117.6570	-
	P1	-	-	45° 26' 22.9139"	10° 31' 11.4780"	1618897.856	5032940.210	130.0330	17.50	112.5330	-
Cava Florio Felice	P5	-	-	45° 26' 21.3100"	10° 31' 23.8800"	1619168.267	5032895.814	118.7510	5.81	112.9410	-
	P4	-	-	45° 26' 15.3649"	10° 31' 23.1744"	1619156.350	5032712.052	118.8770	2.59	116.2870	-
	Pz1	-	-	45° 28' 42.4200"	10° 21' 16.3440"	1605896.000	5037014.000	139.1500	25.50	113.6500	-
	Pz2	-	-	45° 28' 34.7880"	10° 21' 14.3280"	1605856.000	5036778.000	138.1300	31.20	106.9300	-
	Pz6	-	-	45° 28' 43.5360"	10° 20' 57.2640"	1605481.000	5037042.000	139.9200	24.80	115.1200	-
	Pz7	-	-	45° 28' 42.0960"	10° 21' 16.7040"	1605904.000	5037005.000	139.4000	28.60	110.8000	-
Mazzano S.Rocco	PZ1 MONTE	-	-	45° 29' 21.5880"	10° 21' 49.1760"	1606588.000	5038235.000	146.1270	29.40	116.6270	-
	PZ2 VALLE	-	-	45° 29' 17.4480"	10° 21' 44.8920"	1606497.000	5038106.000	145.9190	19.90	126.0190	-
Rezzato	PZ4 MONTE	-	-	45° 29' 31.0200"	10° 18' 3.0960"	1601676.000	5038445.000	134.2200	17.40	116.8200	-
	PZ6 VALLE	-	-	45° 29' 24.8640"	10° 17' 58.9560"	1601589.000	5038253.000	133.1000	16.50	116.6000	-
Loc. Fenile dei Frati	PZ7 VALLE	-	-	45° 29' 23.7840"	10° 18' 3.0600"	1601679.000	5038222.000	132.9200	16.30	116.6200	-
	P1	-	45.00	45° 27' 4.5360"	10° 21' 35.2800"	1606358.000	5034001.000	123.1800	35.58	87.6000	-
ATE 43	P2	-	35.00	45° 27' 1.0800"	10° 20' 52.0440"	1605421.000	5033878.000	121.4800	34.55	86.9300	-
	P3	-	35.00	45° 26' 39.1560"	10° 21' 27.5760"	1606204.000	5033214.000	118.6200	31.75	86.8700	-
	P4	-	35.00	45° 26' 46.2840"	10° 20' 32.8920"	1605012.000	5033415.000	117.1700	30.87	86.3000	-
	P5	-	35.00	45° 26' 20.5440"	10° 21' 2.5560"	1605670.000	5032631.000	114.2100	28.12	86.0900	-
	Pn	-	45.00	45° 26' 48.3720"	10° 21' 14.0400"	1605905.000	5033494.000	119.4600	32.52	86.9400	-
	F6	-	-	45° 25' 54.5160"	10° 20' 39.1920"	1605176.095	5031819.399	110.0200	25.78	84.2400	-
ATE 44	B2	-	-	45° 26' 0.8880"	10° 20' 29.5800"	1604963.564	5032012.568	110.6900	26.37	84.3200	-
	E5	-	-	45° 25' 52.7520"	10° 20' 36.8160"	1605125.279	5031764.189	109.8500	25.72	84.1300	-
	A1	-	-	45° 25' 58.1160"	10° 20' 25.8720"	1604884.819	5031925.204	109.8000	25.62	84.1800	-
	A1bis	-	-	45° 25' 55.0560"	10° 20' 28.7880"	1604949.481	5031831.567	109.1300	24.99	84.1400	-
	G7	-	-	45° 25' 57.6480"	10° 20' 43.2240"	1605261.983	5031917.381	110.5000	26.18	84.3200	-
	E5bis	-	-	45° 25' 52.8240"	10° 20' 32.1360"	1605023.149	5031764.878	109.4600	25.35	84.1100	-
	D4bis	-	-	45° 26' 5.8920"	10° 20' 41.9280"	1605229.153	5032171.200	111.6800	27.13	84.5500	-
	D4	-	-	45° 26' 6.0360"	10° 20' 36.1680"	1605104.013	5032173.667	111.8600	27.35	84.5100	-
	C3	-	-	45° 26' 3.8760"	10° 20' 33.1800"	1605040.638	5032105.762	111.3800	26.98	84.4000	-
	H8bis	-	-	45° 26' 3.3360"	10° 20' 45.8520"	1605315.915	5032094.057	111.2700	26.73	84.5400	-
H8	-	-	45° 26' 0.3840"	10° 20' 46.6440"	1605334.729	5032002.734	110.9700	26.52	84.4500	-	

INFRASTRUTTURE FERROVIARE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

LINEA A.V./A.C. TORINO-VENEZIA TRATTA MILANO-VERONA LOTTO FUNZIONALE BRESCIA-VERONA PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO N.2 SINTESI DEI DATI DI POZZI E PIEZOMETRI RICAVATI DA FONTI BIBLIOGRAFICHE

INFRASTRUTTURE FERROVIARE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

LINEA A.V./A.C. TORINO-VENEZIA TRATTA MILANO-VERONA LOTTO FUNZIONALE BRESCIA-VERONA PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO N.3 CARTE ISOPIEZOMETRICHE

SI VEDANO GLI ELABORATI:

INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	001	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 1
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	002	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 2
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	003	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 3
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	004	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 4
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	005	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 5
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	006	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 6
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	007	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 7
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	008	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 8
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	009	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 9
INOR	11	E	E2	G	5	OV	30	M	0	010	Studio Idrogeologico - Carte Isopiezometriche - Tavola 10

Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

Sede operativa : Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)

Uffici : Via Antonio Meucci, 26 - 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it