



PIANO CAVE DELLA PROVINCIA DI VARESE Settore merceologico Sabbia e Ghiaia

ELEMENTI ISTRUTTORI

RELAZIONE GEOLOGICO-MINERARIA

Provincia di Varese
Area Tecnica

AUTORITÀ PROCEDENTE:

Dirigente Area Tecnica

Ing. Gabriele Olivari

L'AUTORITÀ COMPETENTE PER LA VAS

TEAM INTERDISCIPLINARE

Dirigente Area Sviluppo e Sicurezza

Dott. Rodolfo Di Gilio

Gruppo di Lavoro - Provincia di Varese

Dott. Lorenza Toson

Geol. Bruno Albano

Arch. Marco Odorico

Arch. Nadia Quadrelli

Geom. Mario Schiavi

Dott. Lorena Perri

Ing. Chiara Giorgetti

Dott. Alessandro Canziani

Dott. Alessia Lo Duca

Ing. Luca Cremona

Consulenti esterni per il Servizio di redazione Piano Cave e valutazioni ambientali

RTP SGP srl - Phytosfera Studio Associato

Dicembre 2022

SOMMARIO

1	Premessa.....	3
2	Riferimenti normativi	3
2.1	Geologia.....	3
2.1.1	Carta litologica.....	4
2.1.2	Carta geomineraria	10
2.1.3	Indici di qualità mineraria	10
2.2	Idrogeologia.....	13
2.2.1	Inquadramento generale.....	13
2.2.2	Aggiornamento della strutturazione idrogeologica del settore meridionale provinciale.....	14
2.2.3	Piezometrie 2014 dell'acquifero superficiale – PTUA 2016	21
2.2.4	Assetto piezometrico di dettaglio degli ATE	23

1 PREMESSA

Tra gli Elementi istruttori del Piano Cave Provinciale, la relazione geologico-mineraria, insieme ai suoi allegati, costituiti dalla Carta geomineraria in scala 1:50.000 e dalla Carta idrogeologica in scala 1:50.000, rappresenta lo strumento di base per meglio orientare l'individuazione dei luoghi più idonei ove sono presenti le risorse minerarie migliori (quali/quantitativamente) per sviluppare e condurre l'attività estrattiva e, allo stesso tempo, per la definizione delle modalità di coltivazione in rapporto alle caratteristiche dei materiali e alla soggiacenza della falda.

L'identificazione dei giacimenti sfruttabili presenti in Provincia di Varese, nell'ambito del Piano Cave adottato dal Consiglio Provinciale con deliberazione n. 76 del 2 dicembre 2004, corrisponde al risultato di un'attenta e puntuale indagine geomineraria condotta sull'intero territorio provinciale basatasi su una logica di “pianificazione da zero”.

Tale analisi di elevato dettaglio, che ha comportato l'esame di carte litologiche e stratigrafie di pozzi e sondaggi, ha permesso di costituire un quadro conoscitivo decisamente approfondito indispensabile per la definizione delle risorse teoriche presenti sul territorio provinciale, ovvero delle zone ove sarebbe possibile ricavare il materiale per un determinato settore merceologico.

In funzione dei dati disponibili in merito agli aspetti geologici, idrogeologici e geominerari oggetto della precedente pianificazione si è ritenuto di acquisirli integralmente, fornendo ulteriori informazioni integrative.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione geologico-mineraria e i due elaborati cartografici ad essa allegati (Carta geomineraria in scala 1:50.000 e Carta idrogeologica in scala 1:50.000) sono stati redatti ai sensi della Delibera della Giunta Regionale n. IX/2752 del 2011 “*Revisione della normativa tecnica di riferimento per la formazione dei piani provinciali delle cave, ai sensi del terzo comma dell'art. 2 e del secondo comma lettera g) dell'art. 6 della l.r. 8 agosto 1998 n. 14*” che indica nel dettaglio i contenuti e le modalità di redazione dei Piani Cave, precisando l'obbligo degli elaborati sopra menzionati.

2.1 GEOLOGIA

Come ben noto, una Carta Geologica viene “costruita” sulla base di rilevamenti condotti sul terreno che consentano di riconoscere e distinguere le litologie presenti: va di per sé che il risultato finale presenta limiti dovuti sia all'operatore sia alle condizioni morfologico-vegetazionali dei luoghi.

Il risultato finale, che parte con l'aspettativa di fornire dati inequivocabilmente oggettivi (e sono tali quando si effettua un rilevamento litologico), diventa interpretativo in presenza di situazioni che non consentono la visione diretta della litologia dei terreni sui quali si cammina.

La conseguenza più razionale è, pertanto, quella che vede la progressiva acquisizione di informazioni al fine di giungere all'ottenimento di un valido prodotto.

L'indagine relativa all'intero territorio provinciale per l'individuazione delle risorse teoriche nel contesto del Piano Cave 2004 si è concretizzata nella realizzazione di n. 3 elaborati cartografici relativi agli aspetti più propriamente geologici dell'area in esame: la Carta litologica (Tav. Lito50 – Carta litologica in scala 1:50.000), la Carta delle risorse teoriche (Tav. Risteor 50 – Carta delle risorse teoriche in scala 1:50.000) e la Carta mineraria (Tav. Miner50 – Carta mineraria in scala 1:50.000).

La Carta Litologica della Provincia di Varese è il frutto della consultazione, dell'analisi e dell'integrazione dei dati tratti da carte litologiche preesistenti di carattere provinciale, stratigrafie di pozzi e sondaggi e studi geologici specifici di determinati settori del territorio in esame.

A partire da questa base è stata definita la Carta delle risorse teoriche attraverso il raggruppamento delle litologie sulla base del loro possibile impiego per l'estrazione di materiali utili nei vari settori merceologici, così come indicato nell'elenco seguente:

- Ghiaie e sabbie
- Materie prime per cemento (calcarei, argille marnose e marne)
- Pietrischi speciali
- Argille per laterizi
- Pietre ornamentali (porfidi, calcari, dolomie)

L'approfondimento delle indagini geologiche nelle aree con possibile vocazione mineraria riportate nel suddetto elaborato cartografico, e anche in zone adiacenti ad esse, ha condotto alla realizzazione della Carta mineraria, supportata dalla stesura di sezioni geominerarie. Essa contiene la delimitazione delle unità geominerarie in funzione delle caratteristiche litologiche o granulometriche e delle specifiche vocazioni all'impiego del materiale estraibile con indicazione, ove possibile, della qualità mineraria in relazione all'uso.

Come già affermato, e come sarà riconfermato in seguito, tali cartografie sono da considerarsi pienamente valide, derivando da studi e analisi particolarmente dettagliati.

Un aspetto che non deve passare in secondo piano rispetto alla correttezza del dato geologico riportato è la sua restituzione cartografica: in funzione delle finalità attese, è sicuramente da ritenere valida una carta che illustri le litologie specifiche presenti senza fornire particolari riferimenti di carattere genetico-deposizionali e che le raggruppi in "classi", anche in modo da facilitare la consultazione e la lettura della carta stessa.

Tale metodologia di rappresentazione può essere ragionevolmente applicata sia alla cartografia litologica sia alla cartografia mineraria, come illustrato in modo più dettagliato nei paragrafi 2.1.1 e 2.1.2.

2.1.1 CARTA LITOLOGICA

Pur ritenendo che la Carta Litologica e la Carta mineraria del Piano 2004, in funzione della finalità, siano del tutto valide, si è dell'opinione che uno sguardo d'insieme delle caratteristiche geologiche possa essere di utilità per facilitare la consultazione di carattere generale.

La Carta Litologica non è stata riproposta in questa sede, in ogni caso si ritiene di fornire un commento ed un esempio di "categorizzazione" delle unità litologiche presenti sul territorio provinciale.

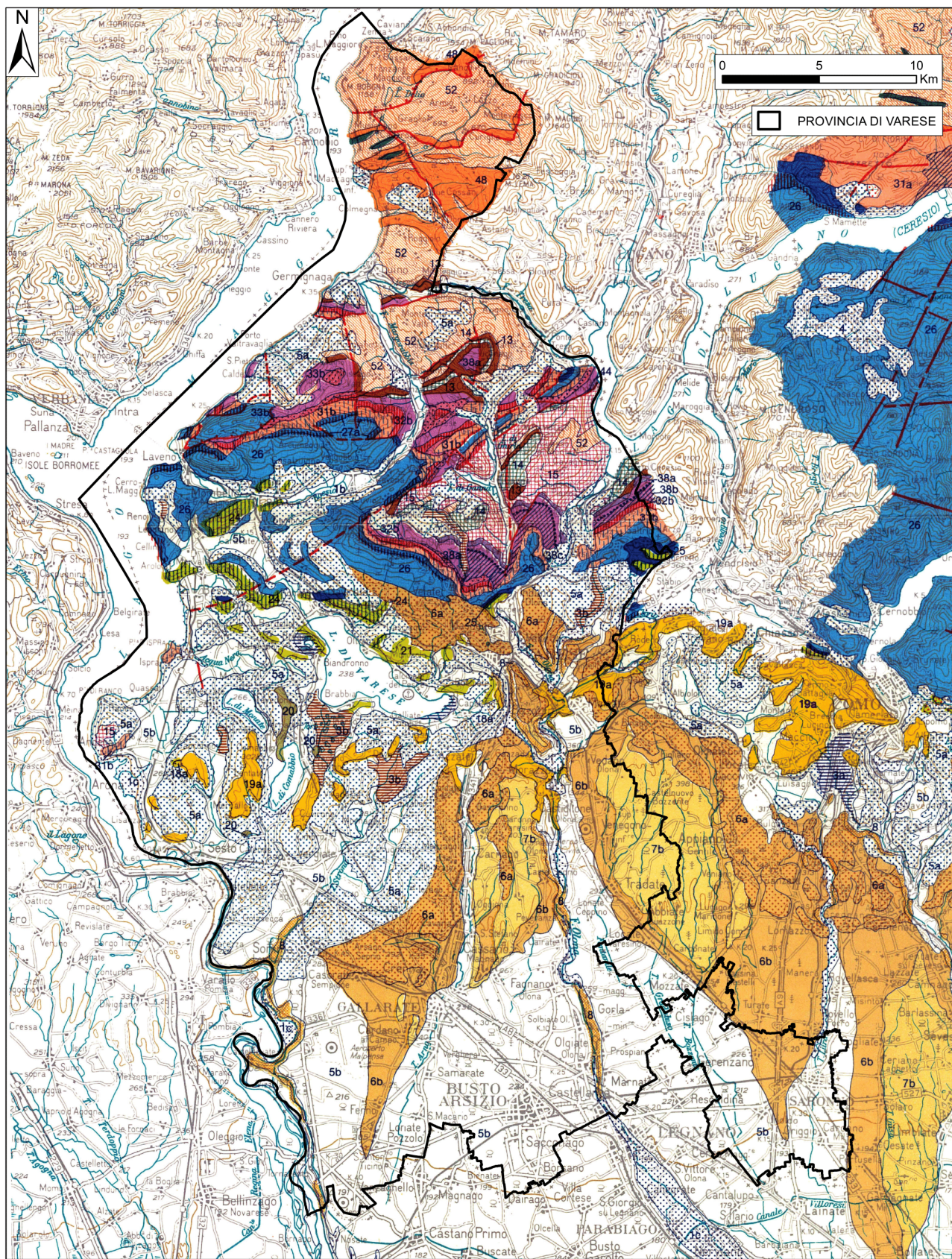
Le informazioni che si possono ricavare dalla Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 (Montrasio et al., 1990. *Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000*, Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Roma), riportata in Figura 1, hanno lo scopo di fornire un quadro conoscitivo complessivo, di semplice e facile lettura, che trova inequivocabilmente la puntualizzazione nella Carta Litologica già a suo tempo predisposta (Tavola Lito50 – Carta litologica in scala 1:50.000 del Piano Cave Provinciale).

È di conoscenza comune che le tipologie differenti dei materiali quali ghiaie e sabbie derivino dai meccanismi erosivo-deposizionali degli agenti che li hanno prodotti e messi a dimora.

Ne consegue che il semplice riconoscimento di materiali morenici o fluvioglaciali o fluviali sia un indice indiretto, ma sempre sufficientemente attendibile, della loro qualità in ambito estrattivo.

Ad esempio, i depositi morenici, generalmente caratterizzati da tessitura caotica e presenza di materiali anche particolarmente grossolani (blocchi, massi) si presteranno meno ad essere utilizzati come inerti per calcestruzzi, a differenza dei depositi fluviali e fluvioglaciali che sono connotati da una certa classazione granulometrica e comprendono le frazioni più adeguate a questo tipo di impiego (ghiaie e sabbie).

Figura 1 - Stralcio modificato della Carta Geologica della Lombardia - scala 1:250.000 (Montrasio et al., 1990)



Per chiarire al meglio quanto esposto finora, basandosi sulla Carta Geologica proposta nella Figura 1, si intende riportare un esempio di come una carta litologica generale possa permettere di condurre valutazioni preliminari di tipo sufficientemente esaustivo.

Resta, in ogni caso, indiscusso che i successivi affinamenti, come quelli riportati nella Carta Litologica realizzata dai Redattori del Piano cave 2004, sono l'indispensabile supporto per poter compiutamente soddisfare le esigenze richieste.

Le litologie individuate nell'ambito provinciale di Varese, campite nella carta di Figura 1 che comprendono anche quelle non oggetto di specifico interesse, sono quelle riportate nell'elenco seguente:

- 1b** Ghiaie, sabbie e limi
- 1c** Ghiaie, sabbie e limi talora alterati
- 3b** Torba
- 5a** Ghiaie, blocchi e limi (depositi morenici)
- 5b** Ghiaie e sabbie (depositi fluvioglaciali e fluviali)
- 6a** Ghiaia, blocchi e limi ferrettizzati (depositi morenici)
- 6b** Ghiaie, sabbie e argille ferrettizzate (depositi fluvioglaciali e fluviali)
- 7b** Ghiaie, limi e argille fortemente ferrettizzate (depositi fluvioglaciali e fluviali)
- 8** Ceppo
- 13** Porfidi quarziferi
- 14** Andesiti
- 15** Granofiri
- 18a** Argille e sabbie
- 19a** Gonfolite (conglomerati, arenarie, marne)
- 20** Calcari nummulitici
- 21** Scaglia lombarda (marne, calcari marnosi, calcari selciferi, arenarie, tufi basaltici)
- 24** Maiolica (calcari e calcari marnosi selciferi, marne)
- 25** Selcifero Lombardo (Radiolariti + Rosso ad Aptici + Formazione di Prabione – selci, marne, calcari). Comprende anche il Calcare di Saltrio e il Calcare Rosso di Arzo (Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 31 Varese), ampiamente utilizzati come pietre ornamentali.
- 26** Rosso Ammonitico Lombardo (marne, calcari marnosi)
- 27a** Dolomia a Conchodon (calcari e calcari dolomitici)
- 31b** Dolomia di Campo dei Fiori
- 32b** Marna del Pizzella (argilliti, marne, calcari, carnirole)
- 33b** Formazione di Cunardo
- 38a** Dolomie di San Salvatore
- 38b** Calcare di Meride
- 38c** Scisti bituminosi di Besano
- 44** Servino (arenarie, marne, siltiti, argilliti, calcari, sideriti)
- 48** Gneiss (granitici e granodioritici, talora occhiadini)
- 52** Paragneiss (Gneiss di Morbegno e altri)

Sulla base delle caratteristiche litologiche generali (granulometria, composizione, presenza di anisotropie e, dunque, di stratificazioni, ecc.) sarebbe già possibile raggruppare le singole unità e classificarle in base al potenziale utilizzo all'interno delle seguenti categorie:

- Usi pregiati (inerti per calcestruzzo)
- Usi secondari (riempimenti, sottofondi stradali, ecc.)
- Florovivaistico/orticolo
- Pietrisco
- Cementi
- Laterizi
- Pietre ornamentali (pavimentazioni, colonne, lastre, balaustre, ecc.)
- Pavimentazioni stradali (sampietrini, ecc.)
- Blocchi per scogliere e gabbionate
- Pietrisco ad alta resistenza per ballast e manti d'usura speciali
- Pietre da conci

Il risultato finale di questa fase di categorizzazione si concretizza nella Tabella 1 che vuole fornire, in modo sintetico e facilmente consultabile, il quadro generale della situazione.

Tabella 1 - Indicazione dei principali e possibili utilizzi per le varie litologie rappresentate in Figura 1 e presenti nel territorio provinciale di Varese. Alcune unità, anche se geologicamente differenti, sono state raggruppate dal momento che possono essere impiegate per i medesimi utilizzi (ad esempio Maiolica e Dolomia a Conchodon).

UTILIZZI													
LITOLOGIA	INERTI PER CALCESTRUZZI		RIEMPIMENTI, SOTTOFONDI STRADALI, ECC.	FLOROVIVAISTICO, ORTICOLO	LATERIZI	CEMENTI	PIETRISCO	PIETRE ORNAMENTALI (PAVIMENTAZIONI, COLONNE, LASTRE, ECC.)		PAVIMENTAZIONI STRADALI (SAMPIETRINI, ECC.)	BLOCCHI PER SCOGLIERE E GABBIONATE	PIETRISCO AD ALTA RESISTENZA PER BALLAST E MANTI D'USURA SPECIALI	PIETRE DA CONCI
	OTTIMA QUALITA'	MEDIA O BASSA QUALITA'						OTTIMA QUALITA'	MEDIA O BASSA QUALITA'				
1b 5b 6b 7b													
1c 5a 6a 3b													
8 13 15 14 18a 19a 20 21 24 25 26 27a 31b 33b 38a 38b 32b 44 48 52													

Una restituzione del dato litologico di questo tipo si ritiene essere di più facile consultazione; tuttavia, sebbene consenta di orientare, perlomeno in linea generale, le scelte estrattive, non è connotato da un significativo grado di dettaglio. Si ribadisce, quindi, l'importanza e l'opportunità di successivi approfondimenti.

Questi, oltre che riguardare aspetti puramente litologici, ove possibile, possono fornire anche informazioni in merito alla qualità merceologica dei materiali geologici se la conoscenza è dettagliata in quanto accertata tramite esperienze dirette condotte dagli operatori del settore o è stata indagata mediante prove di laboratorio o rilievi, non necessariamente condotti nell'ambito della predisposizione del Piano Cave, che ne attestino la bontà.

Si fa rilevare come non siano state cartografate, data la loro esiguità areale, alcune facies di interesse estremamente rilevante, che si possono riconoscere in corrispondenza dei Calcari di Saltrio e della Dolomia a Conchodon quali le Brecce di Arzo, il Broccatello, la Macchia Vecchia, le barre oolitiche e i lobi di spill-over. Queste sono rocce che devono essere tenute in debita considerazione nel caso di utilizzi particolari (soprattutto per restauri). Un caso particolare è dato dagli Scisti bituminosi di Besano, un tempo utilizzati per la produzione di ittiolo.

Nella Tabella 2 si propone una correlazione tra le unità litologiche individuate nella Tav. Lito50 – Carta litologica in scala 1:50.000 del Piano Cave 2004 e la carta geologica di Figura 1, che permette, altresì, di individuare in linea generale i possibili ambiti di impiego delle litologie cartografate nell'elaborato del precedente Piano Cave.

Tabella 2 - Correlazione tra le litologie indicate nella carta litologica del Piano Cave 2004 e nella carta geologica redatta da Montrasio et al. riportata in Figura 1.

CARTA LITOLOGICA PIANO CAVE 2004	CARTA GEOLOGICA A CURA DI MONTRASIO ET AL.
A	18a
Ac	18a
AL	6a, 7b, 18a
AmM	19a
AR	21, 24, 25
AT	3b, 18a
Cb	8, 19a
CB	21, 24, 25
CC	8, 19a
CD	21, 25, 26
CF	27a, 31b, 38a
CF-Co	24, 27a
CGla	6a
CGS	1b, 5b
CGSla	6b
Cla	8, 19a
CM	21, 26
Cnn	25, 32b, 44
Co	27a
CoAr	19a
Cp	8, 19a
CS	6b
Cu	31b
CV	38b, 44

DP	31b, 33b
DS	38b
Dt	5a
FI	25, 44
GCl _a	5a
GCS _I	1b, 1c
Gg	48
Gm	52
Gq	48
Gr	15
GS	1b
GSc	5a, 5b
GSC	5b, 6a
GSCI	6b
K	20
KMi	27a
KMs	38a
KS	21, 25, 32b, 44
LA	6b
Ls	1b, 1c
Lsa	1b, 1c
Lscm	5a
Lst	3b
Ma	24
MA	21, 32b
Me	19a
MG	52
MP	14, 52
Or	48
P	13
Pi	21, 25, 44
Q	13
R	5a, 6a
RA	21, 24, 44
Rd	21, 25
Sc	21, 25, 44
Scm	5a, 6a
Se	19a
SL	5b
SLc	5a
SLg	1b, 5a

T	3b
Va	21, 25, 26, 32b
Vu	21

2.1.2 CARTA GEOMINERARIA

Acquisendo integralmente i dati riportati nelle cartografie di cui si è accennato nel paragrafo 2.1.1, la Carta geomineraria in scala 1:50.000 che si allega alla presente relazione non differisce dalla Tav. Miner50 – Carta mineraria in scala 1:50.000 allegata a corredo del Piano Cave 2004, che è da considerare pienamente valida, viste anche le meticolose puntualizzazioni e indicazioni fornite.

Nessuna modifica, pertanto, è stata apportata, anche in quanto non è disponibile un rilevamento più recente, poiché, sebbene da parte di ricercatori dell'Università di Milano (Bini A., in primis) siano stati avviati e prodotti rilevamenti che trovano visualizzazione in diversi PGT comunali, il progetto CARG definito per la realizzazione della nuova Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) non è ancora decollato per quanto riguarda la predisposizione del Foglio Varese n.74.

D'altra parte, le variazioni che ci si può attendere sono ragionevolmente di tipo formale più che sostanziale, variando alcuni termini formazionali (esempio: da Dolomia a Conchodon a Formazione dell'Albenza), che rimangono perfettamente identici nella sostanza.

Un elemento su cui è stata focalizzata l'attenzione è la metodologia di rappresentazione delle unità geominerarie in legenda: queste sono descritte con dovizia di particolari che, tuttavia, non hanno finalità rivolte alle attività "pratiche". Le differenziazioni genetico-deposizionali, ad esempio la distinzione tra il detrito di versante o le alluvioni attuali o i depositi fluvioglaciali terrazzati, non portano a particolari specificazioni in merito agli utilizzi in campo estrattivo.

Per quanto sopra esposto, nella nuova cartografia (Carta mineraria in scala 1:50.000) è stata riportata una tabella nella quale sono categorizzate le varie unità geominerarie individuate con il precedente Piano cave in termini di utilizzo e ambito di impiego, secondo una logica che richiama la legenda della Tav. Risteur 50 – Carta delle risorse teoriche in scala 1:50.000 del Piano Cave 2004 prima citata.

In particolare, le classi indicate sono le medesime di quelle riportate nel paragrafo 2.1.1.

Si fa presente che, nonostante il nuovo Piano Cave sia relativo al solo Settore merceologico Sabbia e Ghiaia, anche per le altre tipologie di materiali sono stati indicati i possibili usi.

2.1.3 INDICI DI QUALITÀ MINERARIA

La Carta Mineraria allegata al Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Varese (Tavola Miner50 – Carta mineraria in scala 1:50.000) presenta un elevato grado di dettaglio.

Le caratteristiche geominerarie del territorio sono esplicitate in modo puntuale con un metodo sostanzialmente condivisibile.

Al fine di poter impostare un'attività estrattiva che presenti i requisiti quali/quantitativi richiesti si devono necessariamente acquisire le informazioni che siano idonee allo scopo.

Il ricorso a indagini preliminari, quali, ad esempio, carotaggi continui, consente di definire i parametri sedimentologici da utilizzare per fornire stime rappresentate anche a mezzo di indici, come del resto è stato sviluppato nel precedente Piano Cave 2004.

La bontà del metodo può trovare limitazioni in funzione della particolarità delle indagini di tipo puntiforme, che possono portare a valutazioni talora ottimistiche oppure di segno contrario.

È ovvio che unendo le conoscenze generali del territorio (cartografia geologica), ovvero le situazioni già note (cave pregresse) e le indagini puntuali, si ottiene un risultato finale più che accettabile.

La presenza di paleoalvei superficiali o più o meno profondi possono essere elementi limitativi alle valutazioni che sono sviluppate. Infatti, se il sondaggio è realizzato al margine di un canale lo spessore dei materiali più scadenti è sicuramente minore rispetto a quello presente nella sua zona centrale.

Gli indici di qualità mineraria definiti a priori possono trovare validazione mediante una “sincera” collaborazione degli addetti del settore che sono in grado di definire con precisione i quantitativi assoluti (o, in alternativa, percentuali) dei materiali scadenti non commercializzabili e quelli di pregio.

Va comunque anche considerato che la totale o marcata assenza di materiale di scarto pone problemi in fase di recupero finale, in quanto si dovranno “importare” materiali per la predisposizione degli orizzonti terrosi di copertura finale.

Le superfici finali (scarpare laterali e fondo cava) sono infatti di entità superiore rispetto all'impronta della zona di estrazione, per cui il suolo originario presente può non essere sufficiente alla bisogna.

In sintesi, le valutazioni presenti nello strumento provinciale precedente sono da ritenersi sicuramente riproponibili, come hanno documentato anche le analisi visive condotte sui fronti delle cave in attività nel corso dei sopralluoghi effettuati.

Le informazioni acquisite dagli operatori del settore e dai loro tecnici (direttori di cava e progettisti) hanno compiutamente confermato la bontà e attendibilità delle informazioni rappresentate con l'utilizzo degli indicatori.

Una sola eccezione si è riscontrata nella Cava Georisorse (ATEg5, giacimento G6g in Comune di Cislago, località Cascina Visconta), ove le previsioni non sono state pienamente confermate nel settore attualmente in attività per la presenza di un paleoalveo, che oggettivamente era di difficile individuazione.

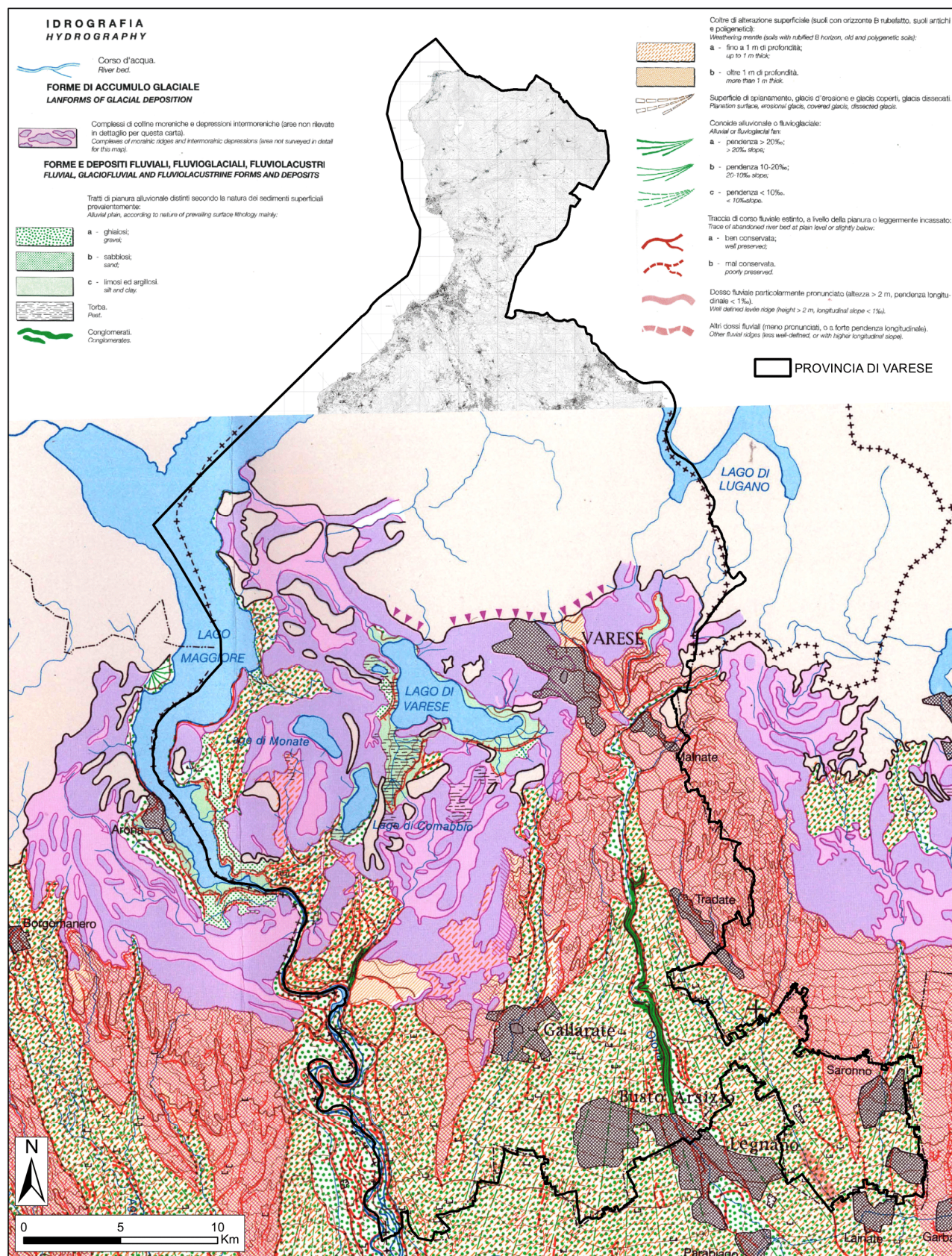
Anche la predisposizione di specifica cartografia tematica come quella rappresentata nella

(Castiglioni et al., 1997. *Carta Geomorfologica della Pianura Padana. 3 Fogli alla scala 1:250.000*. S.EL.CA., Firenze), elaborata su basi a scala 1:10.000, se da un lato evidenzia condizioni geomorfologiche generali e di dettaglio, dall'altro non è in grado di fornire informazioni puntiformi a causa, come già precedentemente segnalato, della presenza di coperture vegetali, per l'elevata antropizzazione, ecc.

Come si evince dall'analisi della carta proposta nella

, le cave di ghiaia e sabbia degli ATE individuati nel Piano Cave sono collocate in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali e alluvionali, in zone distali dall'apice delle conoidi e dei depositi morenici che presentano caratteristiche qualitative dei materiali di minor pregio per l'estrazione e la commercializzazione.

Figura 2: Stralcio modificato della Carta Geomorfologica della Pianura Padana - scala 1:250.000 (Castiglioni et al., 1997)



2.2 IDROGEOLOGIA

2.2.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Una attenta analisi della struttura idrogeologica generale del sottosuolo fornisce, in fase di pianificazione, una serie di importanti informazioni utili a segnalare e riconoscere situazioni che possono essere favorevoli o, al contrario, incompatibili o limitative nei confronti dell'attività estrattiva.

Nell'ambito del Piano Cave 2004, sono stati condotti accurati studi di carattere idrogeologico al fine di investigare le possibili interferenze dell'attività estrattiva con gli acquiferi superficiali. Essi si sono basati sui dati desumibili dai pozzi censiti sul territorio provinciale, sia pubblici che privati, e dalle sorgenti, anch'esse pubbliche e private.

Le stratigrafie ricostruite a partire dai pozzi sono state utilizzate, inoltre, per costruire specifiche sezioni minerarie e idrogeologiche, utilizzate come supporto per l'individuazione dei giacimenti di ghiaia e sabbia.

I complessi idrogeologici individuati in Provincia di Varese sono complessivamente 15 e sono i seguenti:

1. Complesso Detritico
2. Complesso Ghiaioso Sabbioso
3. Complesso Ghiaioso Limoso
4. Complesso Ghiaioso Argilloso
5. Complesso Sabbioso Limoso
6. Complesso Argilloso Limoso
7. Complesso Glaciale
8. Complesso Terrigeno Superiore
9. Complesso Carbonatico Superiore
10. Complesso Marnoso Superiore
11. Complesso Carbonatico Intermedio
12. Complesso Marnoso Inferiore
13. Complesso Carbonatico Inferiore
14. Complesso Terrigeno Inferiore
15. Complesso Cristallino

La porzione del territorio provinciale di specifico interesse per il Settore merceologico Sabbia e Ghiaia ricade in corrispondenza del Complesso Ghiaioso Sabbioso (n. 2 dell'elenco sopra riportato). In merito a quest'ultimo, la Relazione Idrogeologica del Piano Cave 2004 fornisce le seguenti informazioni riassuntive:

“è costituito da due formazioni litologiche:

- ***Ghiaie ciottoli e sabbie con limo;***
- ***Conglomerato cementato a clasti eterogenei “Ceppo”.***

Litologia

- ***Ghiaie ciottoli e sabbie con limo:***

Alternanze di livelli sabbioso ghiaiosi e/o ciottolosi (poco alterati o non alterati), grigio, grigio chiare, spesso gradate, incoerenti e molto permeabili.

- ***Conglomerato cementato a clasti eterogenei “Ceppo”:***

Ghiaie e ciottoli non alterati, da sciolte a ben cementate, con una matrice sabbiosa, sabbiosa grossolana.

Idrostruttura

Il Complesso Ghiaioso Sabbioso costituisce una struttura idrogeologica ad “Acquifero”, caratterizzata da una buona conducibilità idraulica.

Spessore Acquifero Complesso Ghiaioso Sabbioso

*Presenta una potenza molto variabile, **spesso non misurabile**, nel settore meridionale raggiunge uno spessore **dell'ordine di alcune decine di metri**.”*

Si tratta, dunque, di depositi fluvio-glaciali, che in termini di classazione e granulometria rappresentano materiali idonei e, generalmente, di ottima qualità per l'estrazione e la commercializzazione.

L'indagine idrogeologica propedeutica per la redazione del Piano Cave 2004 ha anche comportato l'esecuzione di un'analisi piezometrica, con la ricostruzione dell'andamento della falda freatica per il periodo 1993-1999 e la valutazione delle oscillazioni della stessa. La piezometria al giugno 1999, in particolare, era stata riportata nella Carta Idrogeologica del Piano Cave 2004.

Le informazioni costituenti l'inquadramento idrogeologico del Piano Cave 2004 hanno costituito il presupposto e il punto di partenza per ulteriori aggiornamenti; dunque, sono state integrate con i nuovi dati a disposizione con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- l'aggiornamento della strutturazione idrogeologica del settore meridionale della Provincia di Varese, con riferimento al Piano di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016) approvato con D.G.R. n. 6990 del 31 luglio 2017;
- le piezometrie dei mesi di maggio e settembre 2014 dell'acquifero superficiale relative al territorio provinciale di Varese, riprese dall'Allegato 3 dell'Elaborato 2 “Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei” del PTUA 2016, messe a disposizione dal Geoportale della Regione Lombardia;
- nuove rilevazioni dei livelli di falda, relative al periodo 2010-2021 e trasmesse dall'Amministrazione Provinciale di Varese, al fine di verificare ed aggiornare le valutazioni sulle modalità di coltivazione delle singole cave di ghiaia e sabbia.

In merito all'elaborato cartografico (Carta idrogeologica in scala 1:50.000), si specifica che è stata mantenuta la rappresentazione precedentemente adottata con il Piano Cave 2004 nella Tavola Idro50 – Carta idrogeologica in scala 1:50.000, in quanto i complessi idrogeologici ivi riportati derivano da uno studio molto approfondito che ha permesso, tramite l'analisi di vari aspetti (litologia, tendenza a lasciarsi attraversare dalle acque ovvero permeabilità, spessore) di delineare le idrostrutture presenti nel sottosuolo.

L'aggiornamento attuato in questa sede è consistito nella rappresentazione della piezometria del mese di maggio 2014, in aggiunta a quella del giugno 1999, dell'acquifero superficiale che, come anticipato, è stata ripresa dal Geoportale della Regione Lombardia.

2.2.2 AGGIORNAMENTO DELLA STRUTTURAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SETTORE MERIDIONALE PROVINCIALE

L'ambito territoriale in esame ricade nella porzione settentrionale del grande bacino idrogeologico che si estende su gran parte della Pianura Padana. All'interno di questa grande struttura, la circolazione dell'acqua avviene soprattutto nei depositi grossolani che, grazie alle loro caratteristiche di porosità, permeabilità e trasmissività, svolgono le funzioni di “condotta” delle acque sotterranee.

La struttura idrogeologica della Pianura Padana, nel complesso, è particolarmente articolata, in quanto riflette l'eterogeneità litostratigrafica latero-verticale del sottosuolo, ascrivibile ai processi deposizionali propri dell'ambiente fluvio-glaciale.

Il susseguirsi nello spazio e nel tempo di fasi ad alta energia, caratterizzate da sedimentazione di materiali grossolani o erosione di depositi più antichi, e fasi a bassa energia, coincidenti con i momenti di stanca fluviale e deposizione dei sedimenti più fini limoso-argillosi, intercalati ai precedenti, ha

determinato la configurazione finale del sottosuolo della pianura, contraddistinto dall'interdigitazione di litologie differenti in termini tessiturali e granulometrici.

A sua volta, tale differenziazione litologica verticale e laterale si traduce in una variabilità delle proprietà idrogeologiche summenzionate (porosità, permeabilità e trasmissività) del materiale alluvionale che costituisce il substrato.

Tali depositi sono stati oggetto di studio da parte di diversi Autori, che si sono occupati di esaminarne la stratigrafia e l'idrogeologia, giungendo alla definizione della struttura idrogeologica del sottosuolo della pianura lombarda.

In funzione dei differenti approcci di partenza per la descrizione di tale struttura sotterranea (stratigrafici, idrogeologici e idrostratigrafici), sono state proposte varie interpretazioni dagli studiosi (v. Figura 3 tratta da Avanzini et al., 1995 – modificato).

Gli studi idrogeologici più recenti sono quelli realizzati a cura di Regione Lombardia ed ENI Divisione Agip, compendianti all'interno della pubblicazione "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin (Firenze, 2002).

Gli acquiferi della pianura lombarda sono distinti e raggruppati in Unità Idrostratigrafiche Sequenziali (UIS), corpi litologici costituiti da una o più sequenze deposizionali, definite e sostenute da un basamento scarsamente permeabile (acquitardo) o impermeabile (acquicludo), arealmente continuo.

Nel settore di pianura in esame sono state distinte quattro Unità Idrostratigrafiche Sequenziali, definite da soglie di permeabilità ad estensione regionale, denominate Gruppo Acquifero A, B, C e D a partire dal piano campagna.

Figura 3 - Interpretazioni classiche della strutturazione idrogeologica della pianura lombarda

DENOMINAZIONI UTILIZZATE PER LA DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO									
	UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE		
	Mazzarella S. e Martinis B.		Francani V. e Pozzi R.		A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.		
	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE WÜRM AUCT. (Diluvium recente)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA GHIAIOSO-SABBIOSA		
			FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL AUCT. (Dil. Medio-Antico)	II ACQUIFERO		PLEISTOCENE MEDIO	UNITA GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA		
			CEPPO AUCT.			PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI		
	LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA	ACQUIFERI PROFONDI	VILLA FRANCHIANO	III ACQUIFERO	SABBIE DI ASTI			(CALABRIANO)	UNITA SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITOZONA ARGILLOSA								

Nella Tabella 3, riportata di seguito, sono messi in relazione i rapporti intercorrenti tra le Unità Idrostratigrafiche Sequenziali sopracitate con le Unità Idrostratigrafiche e Idrogeologiche tradizionali (descritte nella Figura 3), qui corrispondenti alla successione dei tre acquiferi in cui veniva normalmente suddiviso l'insieme deposizionale lombardo.

Tabella 3 - Confronto tra Unità Idrostratigrafiche e Idrogeologiche tradizionali e Unità Idrostratigrafiche Sequenziali

UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE TRADIZIONALI			NUOVE UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE
ACQUIFERO TRADIZIONALE	I ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA	A
	II ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA	B
		UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
ACQUIFERI PROFONDI	III ACQUIFERO	UNITA' SABBIOSO ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	C
		UNITA' ARGILLOSA	D

Gli studi propedeutici condotti da Regione Lombardia a supporto della revisione Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po (PdG Po 2015) e, quindi, del Piano di Tutela e Uso delle Acque, denominato PTUA 2016, approvato con D.G.R. n. 6990 del 31 luglio 2017, hanno portato ad un aggiornamento del modello concettuale della struttura idrogeologica dei settori di pianura e di fondovalle in Lombardia.

In particolare, l'individuazione dei corpi idrici sotterranei è stata condotta a seguito dell'identificazione delle principali idrostrutture (subcomplessi idrogeologici) ossia dei principali sistemi idrogeologici definiti dalle relazioni geometriche tra complessi e dalle condizioni di flusso idrico sotterraneo; tali sistemi sono composti da unità con differente litologia ma con simile comportamento idrogeologico, cioè simile comportamento in riferimento al flusso idrico sotterraneo.

Si è arrivati così alla ricostruzione del modello concettuale della struttura idrogeologica dei settori di pianura e di fondovalle in Lombardia, appartenenti al complesso idrogeologico dei Depositi Quaternari, con la definizione di alcuni subcomplessi idrogeologici, ulteriormente suddivisi in modo più specifico in singoli corpi idrici. Tali ricostruzioni mantengono come riferimento la suddivisione derivata dallo studio Eni-Divisione Agip 2002, con l'identificazione di quattro Unità Idrostratigrafiche Sequenziali, corrispondenti ai Gruppi Acquiferi A, B, C e D.

Il limite di passaggio tra i Gruppi Acquiferi è stato identificato dalle superfici di base degli stessi, maggiormente dettagliate rispetto alla precedente interpretazione sulla base delle informazioni litostratigrafiche e sedimentologiche desunte dai dati stratigrafici puntuali.

Inoltre, si è reso necessario differenziare il Gruppo Acquifero A, a partire dal limite tra alta e media pianura, in 2 sottogruppi, denominati A1 e A2. La differenziazione in sottogruppi ha permesso di delimitare gli acquiferi superficiali, in comunicazione diretta con la superficie, generalmente sede dell'acquifero libero, dagli acquiferi intermedi e profondi, comunicanti solo localmente con gli acquiferi superficiali per interruzione degli acquitardi di separazione (in corrispondenza di paleoalvei o di eteropie laterali) o drenanza dagli stessi.

Sono quindi state identificate le tre idrostrutture principali di seguito elencate:

- **ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale)** comprendente la porzione superiore del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A1) nella media e bassa pianura.
- **ISI (Idrostruttura Sotterranea Intermedia)**, sede di acquiferi da semiconfinati a confinati, comprendente la porzione profonda del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A2) e il Gruppo Acquifero B presente nella media e bassa pianura.
- **ISP (Idrostruttura Sotterranea Profonda)**, sede di acquiferi confinati comprendente il Gruppo Acquifero C nei settori di alta e media pianura in cui esso è conosciuto tramite indagini dirette e captato.

I limiti tra idrostrutture sono stati posti in corrispondenza del tetto dell'acquitrardo / acquicludo di separazione tra le due idrostrutture, in genere in corrispondenza del tetto di un livello significativamente spesso e continuo di argille e/o limi.

Il PTUA 2016 colloca il settore meridionale della Provincia di Varese in esame in quella porzione di Pianura definita come Alta Pianura e marginalmente nella Media Pianura. Individua i seguenti corpi idrici sotterranei:

- **IT03GWBISAPTA** Corpo idrico sotterraneo superficiale di Alta Pianura Bacino Ticino Adda appartenente all'Idrostruttura Sotterranea Superficiale
- **IT03GWBISIMPTM** Corpo idrico sotterraneo intermedio di Media Pianura Bacino Ticino Mella appartenente all'Idrostruttura Sotterranea Intermedia
- **IT03GWBISPAMPLO** Corpo idrico sotterraneo profondo di Alta e Media Pianura lombarda appartenente all'Idrostruttura Sotterranea Profonda

Il PTUA 2016 all'interno delle attività di revisione dei corpi idrici sotterranei ha inoltre provveduto ad aggiornare le aree di protezione di cui all'art. 94 del D.Lgs 152/2006, vale a dire le Zone di ricarica e le Zone di riserva, individuando le aree protette in quanto designate all'estrazione di acqua destinata al consumo umano.

Nelle immagini seguenti (Figura 4, Figura 5 e Figura 6), per ciascuna idrostruttura sono stati evidenziati i limiti areali del corpo idrico sotterraneo che interessa il territorio provinciale, riportando anche le isobate del corpo idrico superficiale e di quello intermedio.

Inoltre, sono state individuate (laddove presenti):

- Area di ricarica
- Zone di riserva
- Aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano

La porzione meridionale del territorio provinciale riveste una funzione strategica per quel che riguarda la tutela delle risorse idriche, in particolare per quel che concerne la delimitazione delle zone di ricarica dei corpi idrici superficiali, intermedi e profondi.

Si fa rilevare che la ISI è stata individuata solo a partire da una ristretta fascia nel settore più meridionale della provincia, dove incomincia a presentare spessori significativi.

La base del corpo idrico dell'ISS è separata dalla sottostante ISP da orizzonti a bassa permeabilità (acquitrardi), la cui continuità è interrotta al contatto con il substrato roccioso o in corrispondenza di antichi paleoalvei; le aree di interruzione dell'acquitrardo costituiscono il luogo naturale di ricarica della ISP che in genere si trova in condizioni di sottopressione rispetto alla falda idrica superficiale contenuta nell'ISS.

Figura 4 - Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS), con aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano e zone di protezione (PTUA 2016, Approvazione Delibera n. 6990 del 31/07/2017)

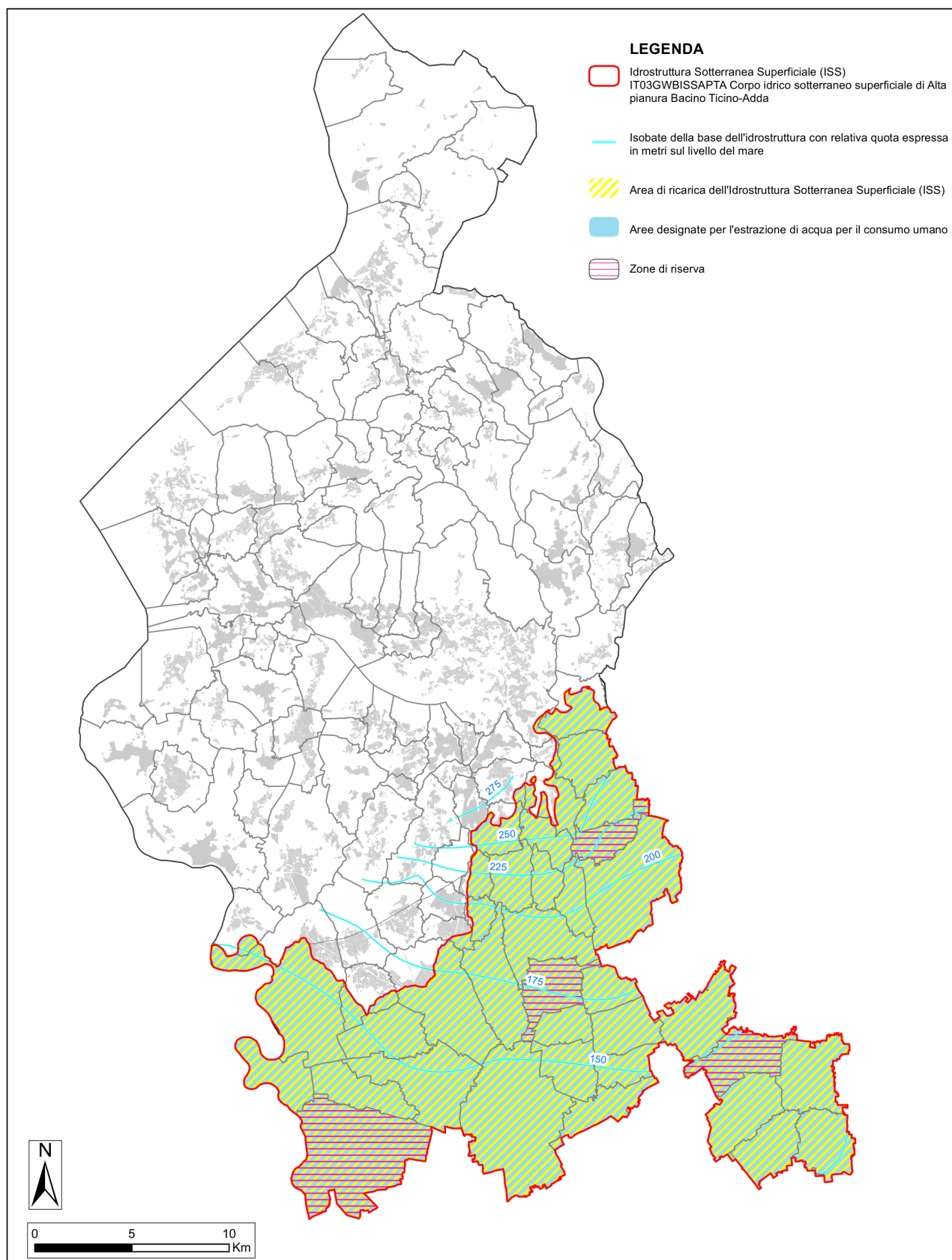


Figura 5 - Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI), con aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano e zone di protezione (PTUA 2016, Approvazione Delibera n. 6990 del 31/07/2017)

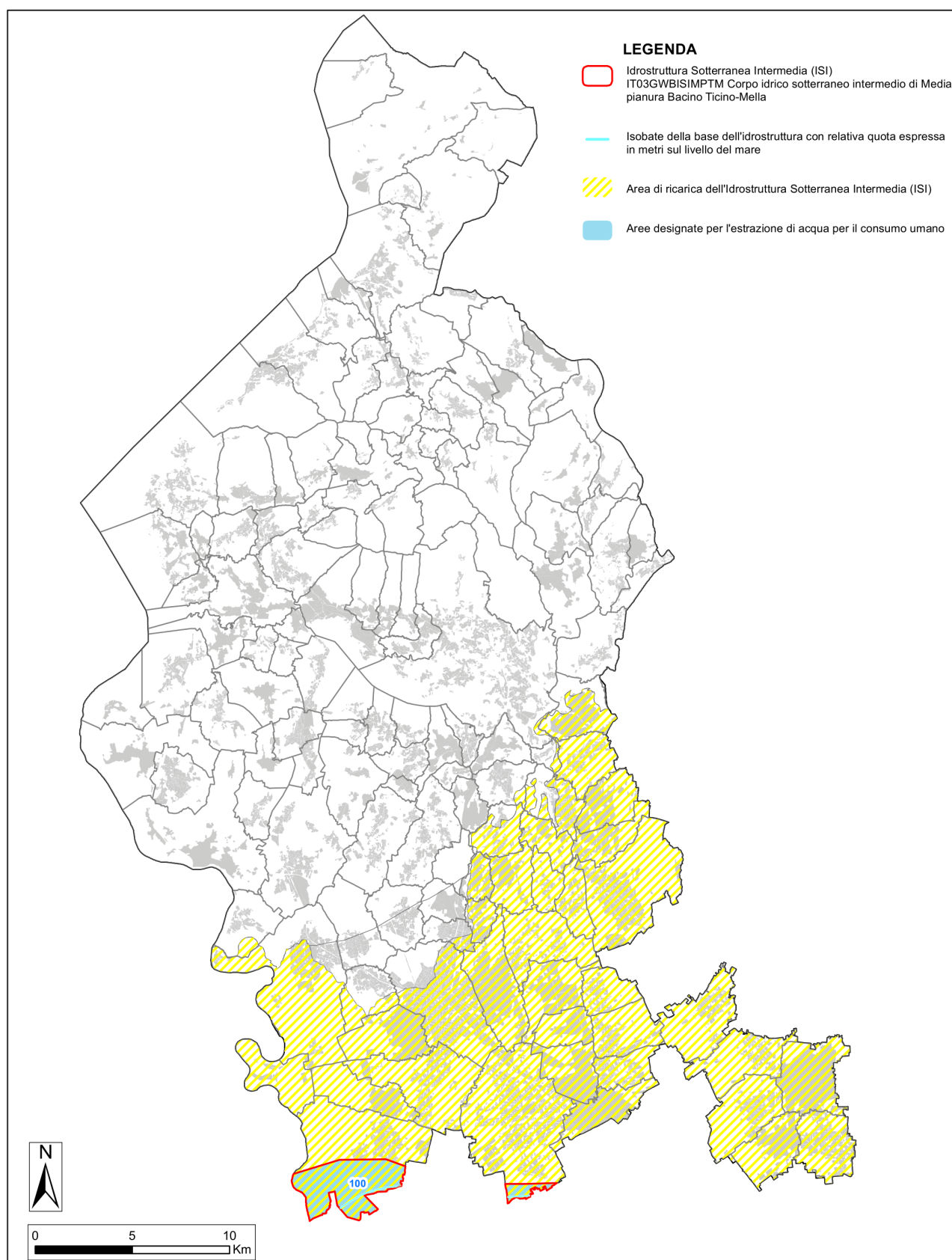
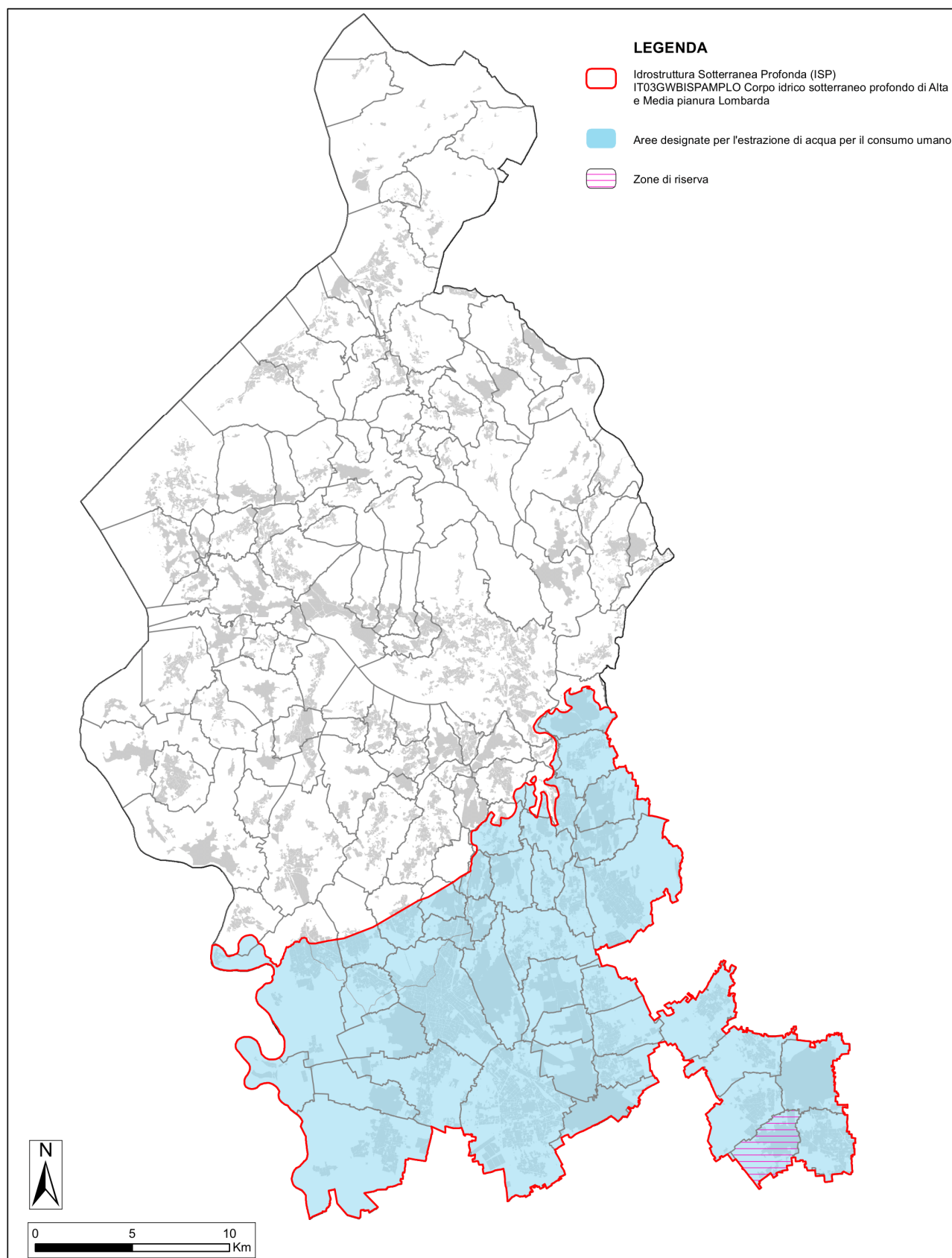


Figura 6 - Idrostruttura Sotterranea Profonda (ISP), con aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano e zone di protezione (PTUA 2016, Approvazione Delibera n. 6990 del 31/07/2017)



2.2.3 PIEZOMETRIE 2014 DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE – PTUA 2016

Nella Carta Idrogeologica del Piano Cave 2004 l'assetto piezometrico a scala provinciale era stato illustrato mediante la ricostruzione della piezometria al giugno 1999.

Avendo a disposizione informazioni più recenti è stato aggiornato il quadro piezometrico analizzando i dati disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia, derivati da 2 campagne di rilievo, a maggio e settembre del 2014, entrambe relative sia agli acquiferi superficiali (acquiferi freatici) che a quelli profondi (acquiferi semiconfinati e confinati profondi).

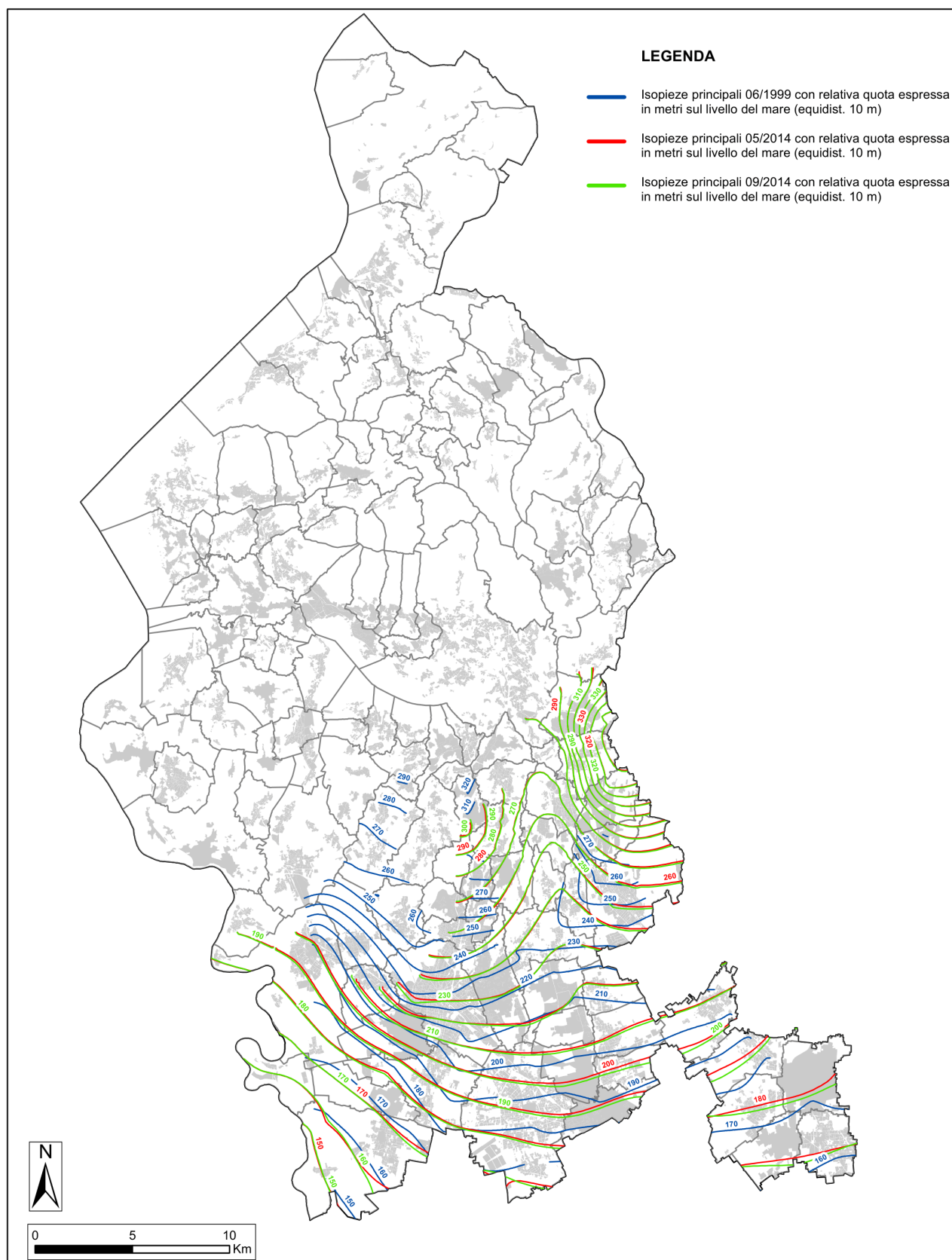
I rilievi piezometrici e la ricostruzione cartografica sono stati condotti dallo Studio Idrogeotecnico Applicato sas e Idrogea Servizi srl, su incarico affidato da Eupolis Lombardia nell'ambito delle analisi propedeutiche al PTUA 2016. La rete piezometrica utilizzata ha compreso la rete di monitoraggio regionale gestita da ARPA Lombardia e una rete di monitoraggio integrativa, individuata ad hoc. La rete ARPA contava, alla data del rilievo, 437 pozzi e piezometri distribuiti in tutte le province lombarde. La rete integrativa era composta da 714 nuovi punti di monitoraggio.

Nella Figura 7 le piezometrie 2014 dell'acquifero superficiale sono state messe a confronto con la ricostruzione piezometrica del giugno 1999.

Dal confronto tra le ricostruzioni del giugno 1999 e dei mesi di maggio e settembre 2014 si rileva in primo luogo come le due piezometrie 2014 presentino minime differenze di quota, ma entrambe risultano più elevate rispetto alla piezometria 1999, con differenze che aumentano dai settori meridionali verso la fascia pedemontana, con variazioni anche dell'ordine di 5 m.

Tali oscillazioni si inseriscono nel quadro regionale che, come riportato nella pubblicazione *Consumi e riserve idriche sotterranee nel milanese* (Casati P. e Mazzarella S., 1979), indicano per alcuni Comuni (Saronno e Cesano Maderno) variazioni dell'ordine di 14-15 m tra il 1972 e il 1978.

Figura 7 - Confronto delle piezometrie 06/1999, 05/2014 e 09/2014



2.2.4 ASSETTO PIEZOMETRICO DI DETTAGLIO DEGLI ATE

L'assetto piezometrico della falda superficiale a scala locale negli areali di pertinenza degli ATE è stato analizzato a partire dai dati delle campagne di monitoraggio direttamente forniti dall'Area tecnica - Settore territorio - Ufficio cave e bonifiche della Provincia di Varese.

Nel dettaglio, si tratta dei valori di soggiacenza e di quota piezometrica misurati, a partire dai primi anni 2000, in corrispondenza della rete piezometrica di monitoraggio di ciascuna delle nove cave di ghiaia e sabbia presenti negli ATE individuati dal Piano Cave 2008.

In particolare, l'analisi si è focalizzata sulle misure relative al periodo 2010-2021. L'attenzione è stata posta nel verificare la massima quota piezometrica (minima soggiacenza) raggiunta dalla falda nel periodo considerato, da assumere come riferimento nella determinazione delle quote minime di escavazione, tenendo presente quanto prescritto dall'Art. 33 della N.T.A. del Piano Cave (*"Profondità massima di scavo nelle cave a secco"*), ovvero il franco di sicurezza di almeno 2 m da mantenere nelle cave tra la profondità massima di escavazione e il massimo livello raggiunto dalla falda freatica nell'ultimo decennio.

I dati relativi alla campagna di misure in cui si è registrato il valore di picco delle quote piezometriche sono stati utilizzati, inoltre, per la ricostruzione dell'assetto piezometrico di dettaglio di ciascuna cava, che è stato confrontato anche con le piezometrie del giugno 1999 (elaborazione Piano Cave 2004) e la piezometria del maggio 2014 (Geoportale Regionale – PTUA 2016).

Nella Tabella 4 sono riportati i dati di raffronto dei ranges di variazione (monte - valle idrogeologico) delle quote piezometriche all'interno del perimetro dell'ATE, riferite al massimo del periodo 2010-2021, rispetto a quelle riportate nelle schede degli ATE del Piano Cave 2008, aggiornate a seguito della revisione 2016.

Tabella 4 - Confronto tra le quote massime della falda 2010-2021 e PCP 2008-2018.

ATE	GIACIMENTO	CAVA	QUOTA MASSIMA DELLA FALDA 2010-2021 (m s.l.m.)		QUOTA MASSIMA DELLA FALDA PCP 2008-2018 (m s.l.m.)	
			MONTE	VALLE	MONTE	VALLE
ATEg1	G1g	Cave del Ticino S.r.l.	157,24	151,41	157	152
ATEg2	G2g	Cave Rossetti S.r.l. F.lli Mara S.r.l.	162,8	159,4	162,9	159,6
ATEg3	G3g	Cava Fusi S.r.l. (ex Minicava)	177,24	174,06	177,5	175,5
ATEg4	G4g	Cava Fusi S.r.l.	188,89	188,42	189	188,5
ATEg5	G5g	Holcim Aggregati S.r.l.	210,46	207,6	210	207,6
	G6g	Georisorse S.r.l.	208,09	207,20	208,1	207,2
ATEg6	G7g	Fabio Premazzi Eredi S.r.l.	256,98	253,12	255,5	253,5
ATEg7	G8g	F.lli Valli S.r.l.	319,87	319,43	319,6	319,6
ATEg8	G9g	Cave Riunite S.r.l.	182,63	180,16	188,75	182,5

I valori riportati sono sostanzialmente confrontabili, con differenze massime in genere dell'ordine di poche decine di centimetri.

In alcune cave, tuttavia, si osservano differenze anche nettamente superiori al metro, che sono state tenute in debita considerazione nella definizione delle quote minime di scavo da assumere come riferimento all'interno dell'area estrattiva degli ATE del nuovo Piano cave.