

Indice

1. Introduzione	pag. 3
2. Inquadramento geografico e caratteristiche generali del territorio studiato	pag. 3
3. Elementi geologici, geotecnici, geomorfologici e pedologici	
3.1 Geologia	pag. 5
3.2 Elementi di geotecnica	pag. 7
3.3 Elementi di geomorfologia e pedologia	pag. 9
4. Elementi meteo-climatici e idrografici	
4.1 Elementi meteorologici	pag. 14
4.2 Idrografia	pag. 15
4.2.1 Il reticolo irriguo derivato dal Canale Villoresi	pag. 16
4.2.2 I fontanili	pag. 17
4.2.3 Il Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest	pag. 19
4.3 Idrogeologia	pag. 21
4.3.1 Piezometria della prima falda	pag. 22
4.3.2 Captazioni e piezometri nel territorio comunale	pag. 26
4.3.3 Vulnerabilità degli acquiferi	
4.3.3.1 Introduzione ed aspetti metodologici	pag. 30
4.3.3.2 Primo acquifero	pag. 33
4.3.3.3 Secondo acquifero	pag. 50
4.3.4 Aree di influenza e protezione delle teste dei fontanili e delle risorgive	pag. 53
4.3.5 Osservazioni sull'impatto delle aree di cava attiva	pag. 55

4.3.6 Osservazioni sulla qualità delle acque sotterranee e sulle attività

presenti nel territorio comunale pag. 58

5. Cartografia di inquadramento pag. 65

6. Carta di sintesi pag. 69

7. Carta di fattibilità delle azioni di Piano e scelte normative pag. 70

1. Introduzione

Questo documento costituisce la relazione tecnica dello studio geologico a supporto del P.R.G. del Comune di Bareggio (MI) eseguito secondo le previsioni della L.R. 41/97 dal titolo “Prevenzione del rischio idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti” e della D.G.R. n. 7/6645 del 29 ottobre 2001. Nel seguito saranno descritti i più importanti aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e idrologici del territorio, le condizioni di pericolosità o vulnerabilità riscontrate, le cartografie prodotte e le classi di fattibilità delle azioni di Piano derivanti dalla sintesi delle conoscenze acquisite, tratteggiando la relativa normativa; l'articolato vero e proprio di quest'ultima è contenuto in un documento a sé stante.

2. Inquadramento geografico e caratteristiche generali del territorio studiato

Il comune di Bareggio, mostrato nella fig. 1 della pagina (fuori numerazione) successiva alla 4, è situato nella porzione occidentale della provincia di Milano, si estende su una superficie di circa 11.3 km² e confina con quelli Pregnana M.se a nord, Cornaredo ad est, Cusago e Cisliano a sud e Sedriano ad ovest.

Un'importante opera idraulica, il Canale Scolmatore delle piene di nord-ovest (di seguito, per brevità, indicato come Canale Scolmatore o C.S.N.O.) corre in direzione nordest-sudovest dividendo il territorio comunale in due settori: in quello a nord del Canale Scolmatore si trova la parte più rilevante dell'abitato, con una zona produttivo/commerciale nella sua porzione

settentrionale; a sud del canale si trovano le aree agricole di maggiore estensione ed un bacino estrattivo con un'area di cava attiva ed una recuperata.

La fitta rete irrigua presente trae alimentazione in parte dal Canale Villoresi ed in parte dai fontanili ancora attivi, facenti parte di un gruppo di diciotto elementi localizzati nella fascia centrale e meridionale del territorio. Tra essi un particolare rilievo assume il Fontanile Nuovo la cui testa, insieme con una porzione dell'asta, rientra nell'omonima area protetta provinciale.

Larga parte del Comune, infine, è compresa nel perimetro del Parco Agricolo Sud Milano.

3. Elementi geologici, geotecnici, geomorfologici e pedologici

3.1 Geologia

Un inquadramento geologico e idrogeologico generale del territorio comunale può essere ottenuto dall'indagine per la riserva del Fontanile Nuovo eseguita nel 1991 dal prof. V. Francani e dal dott. geol. M. Nespoli.

Ai fini di questo studio assume interesse soprattutto la serie fluvioglaciale lombarda, a dominante ghiaioso-sabbiosa con intercalazioni sabbiose, limose ed argillose, che si trova a tetto dei depositi prevalentemente argilloso-sabbiosi villafranchiani, che nell'area in esame compaiono in genere sotto i 100 m di profondità.

Nel settore di pianura dove si trova il comune di Bareggio la serie fluvioglaciale mostra una tendenziale riduzione di granulometria sia verso sud sia in profondità.

Le stratigrafie di pozzi reperite presso l'ufficio del Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano (SIF) ed il Consorzio Acque Potabili (CAP) forniscono un'immagine generale del sottosuolo a diverse profondità e sono mostrate nelle schede allegate alla presente relazione; le stratigrafie s'inseriscono nel quadro descritto in precedenza, evidenziando la predominanza dei litotipi ghiaioso-sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi fino a profondità anche di 90 m, benché sotto i 15 - 20 m possano essere presenti livelli argillosi di spessore plurimetrico e, a profondità minori, si possano riscontrare con una certa frequenza sabbie limose.

Una sezione litostratigrafica riassuntiva è mostrata nella fig. 2 della pagina successiva e nella Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e pedologia (una delle due carte di inquadramento redatte).

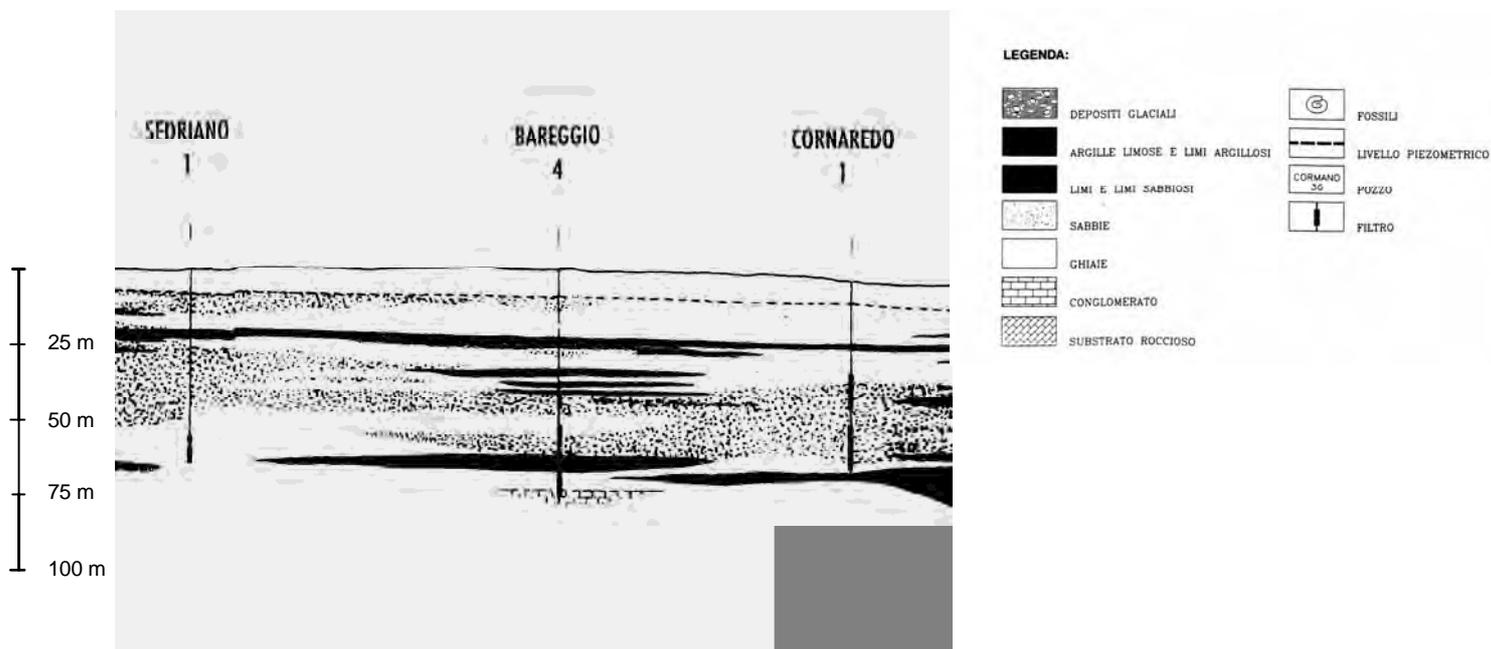


Fig. 2 – Sezione litostratigrafica riassuntiva

Tratta da “Le risorse idriche sotterranee dalla Provincia di Milano - Vol. 1: Lineamenti idrogeologici” - Provincia di Milano - Assessorato all’Ambiente e Politecnico di Milano D.S.T.M. - Geologia Applicata (1995)

La serie fluvioglaciale costituisce il complesso idrogeologico ospitante la falda libera; al suo interno possono essere differenziati fino a tre acquiferi sovrapposti, via via meno separabili procedendo verso nord, in relazione alla progressiva diminuzione della presenza di setti a ridotta permeabilità relativa, che fungono da separatori della circolazione; i depositi villafranchiani costituiscono una seconda unità idrogeologica con falde di carattere confinato ospitate all’interno di livelli sabbiosi e ghiaiosi più permeabili.

Sul territorio comunale, in questo lavoro, sono stati distinti due acquiferi in connessione fra loro, il secondo dei quali intercettato da pozzi pubblici ad uso potabile.

Gli aspetti idrogeologici saranno trattati con maggiore dettaglio in seguito.

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
 Studio di consulenza geologica ed ambientale
 P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
 Iscrizione all’Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

3.2 Elementi di geotecnica

Tenendo conto delle tipologie costruttive presenti nell'area indagata si può assumere che il comportamento delle strutture sia condizionato soprattutto dalle caratteristiche del sottosuolo entro i primi 10 – 20 m di profondità, benché ogni considerazione di tipo geologico-geotecnico va rimandata agli studi relativi ad ogni singolo intervento ed è riferita a un grado di dettaglio non pertinente a questo lavoro.

La composizione granulometrica del sottosuolo stesso è un fattore rilevante e, a questo proposito, le condizioni più favorevoli sono di norma legate alla presenza di depositi a prevalente componente ghiaioso-sabbiosa estesi in profondità, mentre con l'aumentare delle componenti fini in quantità e spessore si può, a parità di altri fattori, prevedere una generale riduzione della resistenza al taglio ed un aumento della compressibilità dei terreni.

Nel quadro complessivo deducibile dall'esame delle stratigrafie dei pozzi, nelle quali la presenza dei litotipi ghiaioso-sabbiosi è frequente specie entro i primi 5 – 10 m, rientrano due elementi significativi per la progettazione delle strutture e gli studi geologico-geotecnici a supporto di questa.

Il primo è la presenza della falda libera a profondità tali da poter interferire con le costruzioni e gli impianti, sia condizionando negativamente il comportamento geotecnico dei terreni, sia potendo determinare allagamenti di vani interrati e semi-interrati o fenomeni di risalita di umidità capaci di provocare diversi tipi di danni ai manufatti.

Benché il problema si accentui nelle porzioni del territorio a sud del Canale Scolmatore per la riduzione della profondità della falda (v. in seguito) la possibilità di interferenza con le strutture si

ha, essenzialmente, ovunque; anche dove i livelli si posizionano, nei periodi di massima risalita, mediamente a 4 – 6 m di profondità la presenza di piani interrati e le depressioni locali della superficie topografica in cui si situano i diversi manufatti possono comportare, ad esempio, l'allagamento almeno parziale dei piani stessi, come risulta si sia verificato anche nella zona S.Martino, che pure non è inserita tra quelle a minore soggiacenza.¹ Si vedano, a questo proposito, la Carta idrogeologica e idrografica e il par. 4. In sintesi il problema dell'interazione con la falda va sempre preso in considerazione durante la progettazione.

Il secondo problema è dato dalla presenza, localmente, di depositi o riporti con prestazioni geotecniche modeste o scadenti. Lo scrivente, per citare un caso, ha eseguito indagini penetrometriche in loc. S. Martino, con uno strumento di peso medio, per la realizzazione di una struttura comunale; i relativi diagrammi numero di colpi/profondità sono mostrati nelle pagine successive (fuori numerazione). I depositi, identificati con sabbie limose, presentano come si vede un numero di colpi N_{DPM} che appare complessivamente modesto.

La presenza di sabbie limose, del resto, è indicata anche nelle stratigrafie di diversi pozzi.

Non si hanno informazioni sufficienti a delimitare con precisione le aree dove tali situazioni si verificano né, del resto, è apparso opportuno eseguire le numerose indagini supplementari necessarie, poiché gli studi geotecnici relativi ad ogni intervento comprenderanno la caratterizzazione del sottosuolo richiesta dall'applicazione della normativa vigente.

¹ La soggiacenza è la distanza fra la superficie della falda e il piano campagna.

3.3 Elementi di geomorfologia e pedologia

Dal punto di vista morfologico il territorio indagato si presenta come una superficie pianeggiante immergente verso sud con una pendenza, complessivamente uniforme, dello 0.3%.

La pervasiva antropizzazione, che si esprime sia nell'urbanizzazione, sia nel paesaggio agrario, sia in forme peculiari come i fontanili o i laghi di cava, costituisce un dato condizionante le caratteristiche del territorio stesso, a cui sono legati i più significativi fattori di rischio, soprattutto per i riflessi sulla vulnerabilità degli acquiferi e la presenza del Canale Scolmatore; l'uso del suolo è, peraltro, il principale fattore di differenziazione della superficie all'interno di un assetto geomorfologico e pedologico che, altrimenti, sarebbe piuttosto uniforme.

Pertanto la prima carta di inquadramento, ossia la Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e pedologia, è centrata appunto sulla rappresentazione dell'uso del suolo, fattore che condiziona in modo rilevante la distribuzione geografica delle varie caratteristiche prese in considerazione.

La carta è stata derivata, con alcune modifiche, da quella prodotta dal dott. F. Zavagno nel corso dello studio per il progetto di tutela ambientale del territorio comunale effettuato nel 2001; i corpi idrici, in particolare, sono stati ulteriormente differenziati, la rappresentazione di alcune aree è stata aggiornata, anche tramite l'ausilio di foto aeree, analogamente a quanto fatto da Zavagno ma indipendentemente da quest'ultimo, e sono state aggiunte informazioni litostratigrafiche e pedologiche.

Le classi e sottoclassi di uso del suolo individuate sono riassunte nella tab. 1 della pagina successiva:

Tab. 1 - Classi e sottoclassi di uso del suolo

Classe di uso del suolo	Sottoclasse
Aree con attività produttive	Aree produttive
	Aree produttive associate a cave attive
Aree residenziali	<i>(nessuna)</i>
Aree con coltivi o prato ed aree verdi	Colture erbacee
	Prati da sfalcio
	Aree verdi
	Colture arboree
	Orti
Aree con incolti o boscaglie	Boscaglie
	Incolti
Corpi idrici	Derivatori e diramatori del Canale Villoresi
	Testa di fontanile
	Asta di fontanile
	Canale scolmatore delle piene di nord-ovest
	Lago di cava attiva
	Lago di cava recuperato
Strade e superfici non comprese nelle altre aree	<i>(nessuna)</i>

La ripartizione assoluta e percentuale delle diverse aree è mostrata nella Tab. 2 (prossima pagina) e nelle successive figg. 3 e 4. ²

² I calcoli di superfici e lunghezze, effettuati con il software GIS con il quale sono state realizzate le cartografie (ESRI - ArcView 3.2) sono unicamente finalizzati a questo lavoro.

Tab. 2 - Ripartizione assoluta e percentuale delle diverse sottoclassi di uso del suolo

Uso del suolo (sottoclassi)	Area totale [x 10000 m²]	Area percentuale
Colture erbacee	440,18	38,9
Aree residenziali	227,41	20,1
Prati da sfalcio	150,07	13,3
Aree produttive	101,71	9,0
Incolti	47,95	4,2
Aree verdi	41,34	3,7
Strade e superfici non comprese nelle altre aree	31,79	2,8
Colture arboree	29,84	2,6
Boscaglie	17,38	1,5
Sistema irriguo e C.S.N.O.	14,69	1,3
Orti	14,64	1,3
Aree produttive associate a cave attive	6,26	0,6
Lago di cava attiva	5,19	0,5
Lago di cava recuperato	2,65	0,2
Area totale	1131,09	100

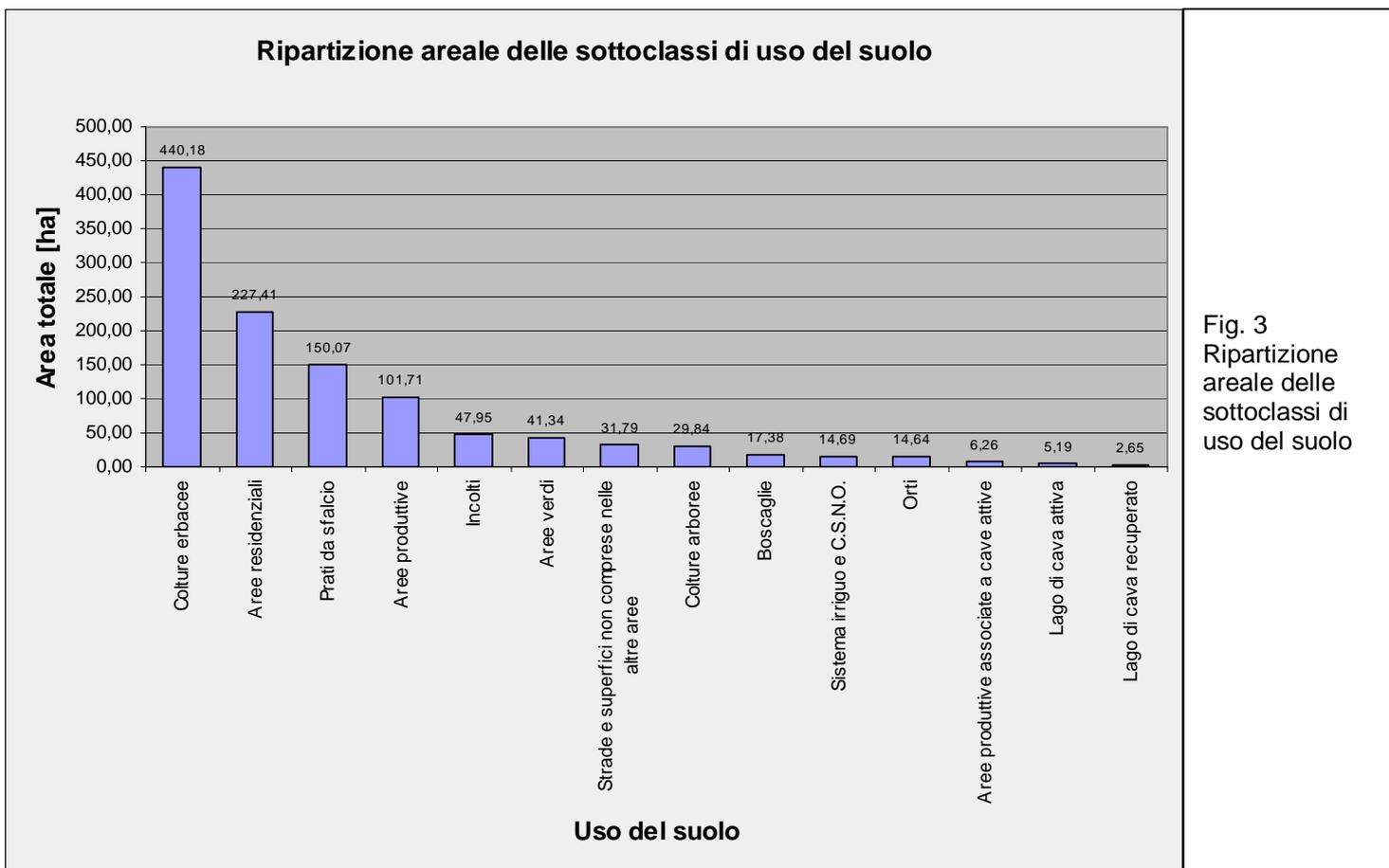


Fig. 3
Ripartizione areale delle sottoclassi di uso del suolo

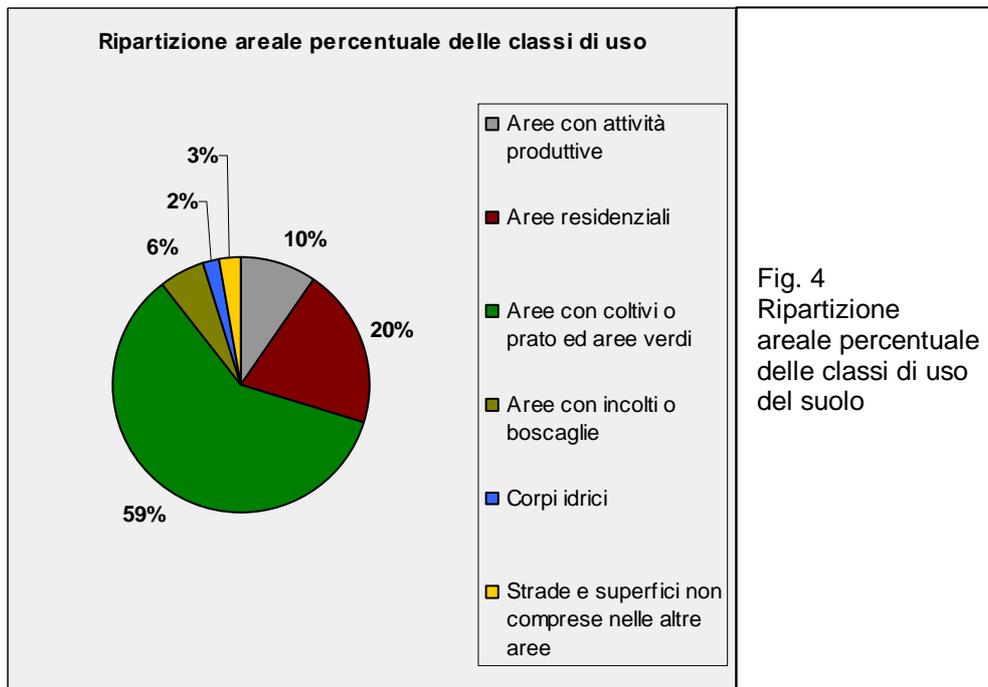


Fig. 4
Ripartizione areale percentuale delle classi di uso del suolo

I suoli sono in larga prevalenza franco-sabbiosi benché al loro interno possano essere distinte diverse unità; nel lavoro dell'Ente Regionale Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL) "I suoli del Parco Agricolo Sud Milano" del 1993 (con Provincia di Milano e Parco Agricolo Sud Milano) sono indicate le seguenti:

- Unità 3: complesso di suoli VIT1 e RIO1. I suoli VIT1 sono normalmente sottili (profondità 25-50 cm) con scheletro da comune ad abbondante, tessitura franco-sabbiosa e anche sabbiosa in qualche orizzonte, drenaggio moderatamente rapido e substrato costituito da ghiaie sabbiose; i suoli RIO1 sono sottili o moderatamente profondi (profondità 50-100 cm) ricchi in scheletro, da franco-sabbiosi a sabbioso-franchi e a drenaggio rapido.
- Unità 5: suoli di norma sottili, a drenaggio mediocre e tessitura franco-sabbiosa sia in superficie sia in profondità; scheletro di norma abbondante costituito da ciottoli arrotondati del diametro di 4-5 cm.
- Unità 6: suoli normalmente sottili evolutisi da un substrato ghiaioso poco alterato e dunque di norma a drenaggio rapido; tessitura normalmente franca nello strato coltivato, franco-sabbiosa o franca in profondità; scheletro di norma da frequente ad abbondante in superficie, molto abbondante in profondità.
- Unità 8: suoli di profondità normalmente fra i 100 ed i 130 cm, drenaggio buono, tessitura franco-sabbiosa e scheletro del 12-20% nell'orizzonte superficiale e del 20% (ma spesso inferiore) nell'orizzonte di alterazione.

Un inserto con la cartografia ERSAL è mostrato nella Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e pedologia.

4. Elementi meteo-climatici e idrografici

4.1 Elementi meteoroclimatici

In questo lavoro, in particolare al fine di valutare la vulnerabilità degli acquiferi, si è fatto riferimento ai dati di temperatura e piovosità forniti dal Centro Meteorologico Lombardo - Osservatorio di Milano Lorenteggio, mostrati nella tab. 3.

Tab. 3 - Dati temperatura/piovosità forniti dal Centro Meteorologico Lombardo
Osservatorio di Milano Lorenteggio

Mese	T media Periodo 1991-2000 [°C]	T media Periodo 1981-2000 [°C]	T media calcolata per la zona di Bareggio Periodo 1991-2000 ⁽¹⁾ [°C]	T media calcolata per la zona di Bareggio Periodo 1981-2000 ⁽²⁾ [°C]	Piovosità Periodo 1991-2000 ⁽³⁾ [mm]	Piovosità Periodo 1961-2000 ⁽⁴⁾ [mm]
Gen	+ 3.2°C	+ 3.2	+ 2.0	+ 2.0	80	65
Feb	+ 5.4°C	+ 5.2	+ 4.0	+ 4.0	36	60
Mar	+10.4°C	+10.1	+ 9.0	+ 8.5	56	70
Apr	+13.4°C	+13.3	+12.0	+12.0	109	90
Mag	+18.7°C	+18.2	+17.5	+17.0	99	100
Giu	+22.1°C	+21.8	+20.5	+20.5	103	75
Lug	+24.7°C	+24.8	+23.5	+23.5	88	70
Ago	+24.8°C	+24.2	+23.5	+23.0	89	85
Set	+19.6°C	+20.0	+18.5	+19.0	147	95
Ott	+16.0°C	+14.3	+14.5	+13.0	132	120
Nov	+ 7.9°C	+ 7.9	+ 7.0	+ 7.0	105	100
Dic	+ 4.0°C	+ 4.2	+ 3.0	+ 3.0	41	60

Note:

(1) (2) arrotondamento al mezzo grado

(3) arrotondamento al mm

(4) arrotondamento ogni 5mm; i dati sono validi con scarti di +/- 5/10mm per gran parte del territorio milanese (solitamente +5/15mm nella provincia nord, -5/15mm nella provincia sud)

Come si può osservare la differenza fra le temperature massime e minime, di oltre 21°, è piuttosto consistente. Nell'ultimo decennio (v. differenze fra i periodi 1991-2000 e 1961/81-2000) sono state rilevate anomalie termiche e pluviometriche quali mesi di agosto più caldi di luglio, notevole riscaldamento anche nei mesi di ottobre e marzo, e, negli ultimi anni, piogge copiose specie nei mesi di aprile, giugno e gennaio, mentre piuttosto "secchi" rispetto la media sono febbraio, marzo e dicembre (De Gaetani, 2001, note di accompagnamento alla trasmissione dei dati di tab. 3).

Secondo Zavagno (2001) con riferimento ad un termoudogramma relativo al periodo 1959-1988,³ si rileva lo sdoppiamento della stagione piovosa in due massimi relativi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi in inverno e in estate.

4.2 Idrografia

Il sistema idrografico del territorio di Bareggio si compone di soli elementi artificiali che formano tre sotto-sistemi costituiti dal reticolo irriguo derivato dal Canale Villoresi, dai fontanili e dal Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest. Essi saranno trattati separatamente nel seguito.

³ Temperature riferite alla stazione di Milano Brera, precipitazioni riferite alla stazione di Baggio.

4.2.1. Il reticolo irriguo derivato dal Canale Villoresi

Il reticolo irriguo derivato dal Canale Villoresi permea fittamente il territorio considerato e, in ordine gerarchico decrescente, comprende i canali derivatori, i diramatori che prendono acqua dai primi e le adacquatrici private con le quali sono irrigate le singole proprietà.

Il sistema dei derivatori e dei diramatori, che raggiunge una lunghezza di 32.3 Km, è gestito dal Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi che aveva istituito una fascia di rispetto di 8 m per i derivatori ed una di 4 m per i diramatori, all'interno delle quali valevano le prescrizioni del R.D. 523/1904. L'approvazione della D.G.R. n° 7868 del 25.01.2002 ha comportato, ai fini di questo studio, l'istituzione in via transitoria di fasce di rispetto di 10 m fino al completamento delle procedure previste per la definizione del reticolo idrografico minore; il vincolo è stato esteso per via normativa anche alle singole adacquatrici private, non fedelmente cartografabili alle scale cartografiche utilizzate, e suscettibili di spostamenti per le esigenze dell'attività agricola.

La rete irrigua alimentata dal Canale Villoresi è un sistema controllato artificialmente con flussi che non determinano rilevanti condizioni di rischio; in base alle informazioni ricevute dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bareggio e dalla Polizia Municipale, strutture cui di norma pervengono le segnalazioni di disordini idraulici nel reticolo idrografico, gli unici problemi di fuoriuscita d'acqua verificatisi sono stati infrequenti, di modesta rilevanza e da attribuire alla ridotta efficienza idraulica e all'insufficiente manutenzione in specifici punti della rete, situazione sui cui si può efficacemente intervenire.

Il rischio, perciò, in termini di zonizzazione del territorio, è gestibile in modo integrato con altri elementi attraverso il sistema di fasce di rispetto applicato in via transitoria, da precisare successivamente attraverso gli adempimenti e le procedure previste dalla D.G.R. citata in

precedenza. E' immediata la raccomandazione di curare la manutenzione e intervenire tempestivamente su tutte le situazioni problematiche rilevate.

4.2.2 I fontanili

Le teste di fontanile presenti sul territorio comunale sono 18, indicate nella tab. 4 insieme al loro stato di attività; il nome di ciascuna testa è quello attribuito dal Sistema Informativo Acque Superficiali (SIAS) della Provincia di Milano.

Tab. 4 - Fontanili e relativo stati di attività – Le denominazioni sono quelle assegnate dal Sistema Informativo Acque Superficiali della Provincia di Milano (SIAS)

Numero assegnato	Denominazione	Stato
1	Laghetto	Attivo
2	Barona	Attivo
3	Trebbia	Attivo
4	Brolo b	Attivo
5	Brolo	Attivo
6	Riolo	Semiattivo
7	Riolo b	Semiattivo
8	Becché	Attivo
9	Fontaniletto	Attivo
10	Gallina	Attivo
11	Testone III	Attivo
12	Brughese	Attivo
13	Garatta	Attivo
14	Nuovo II	Attivo
15	Nuovo I	Attivo
16	Bertolo	Inattivo
17	Nuovo IV	Inattivo
18	Cicogna	Attivo

Nello stato semiattivo l'acqua è di norma presente nella testa e nell'asta ma non continuativamente, mentre l'inattività corrisponde all'assenza di acqua nella testa, e dunque nell'asta, o alla presenza sporadica di una modesta quantità d'acqua nella testa che tuttavia non defluisce nell'asta, configurando un situazione di progressivo interrimento.

I fontanili sono qualificabili come rilevanti elementi di caratterizzazione, anche in senso storico, del paesaggio agrario e più in generale del territorio che li comprende, e ad essi è stata riservata un'opportuna attenzione prevedendo norme di tutela riguardanti le teste, le aste e le fasce ad esse adiacenti.

La testa e parte dell'asta del Fontanile Nuovo sono inseriti nell'omonima Riserva Naturale provinciale, la cui perimetrazione è stata recepita nelle cartografie di sintesi e di fattibilità.

Una situazione peculiare è rappresentata dal Fontanile Testone III, completamente inglobato nell'edificato e qualificabile unicamente come risorgiva, essendo venute del tutto a mancare le caratteristiche, comprese quelle vegetazionali, che contraddistinguono i fontanili veri e propri, ed essendosi conservata solo l'emergenza di acque, anche attraverso canne e tubi di cemento di largo diametro inseriti nel fondo. Nondimeno alla risorgiva Testone III si è dedicata un'attenzione analoga alle altre, tenendo conto del suo valore di permanenza, ancorché piuttosto residuale, e del possibile ruolo nel contesto urbano anche per la presenza di abitazioni e di un esercizio pubblico con spazi a verde e affaccio sullo specchio d'acqua.

Le teste e le aste dei fontanili e delle risorgive sono stati distinte nella cartografia di inquadramento e costituiscono una rete, la cui lunghezza è stimabile in circa 20 km, che si sviluppa per quasi la totalità in corrispondenza di aree agricole. Essa comporta condizioni di rischio anche inferiori a quelle, già ridotte, evidenziate a proposito del sistema collegato al Canale Villoresi, configurandosi come un sistema alimentato unicamente dalla falda. I fontanili sono

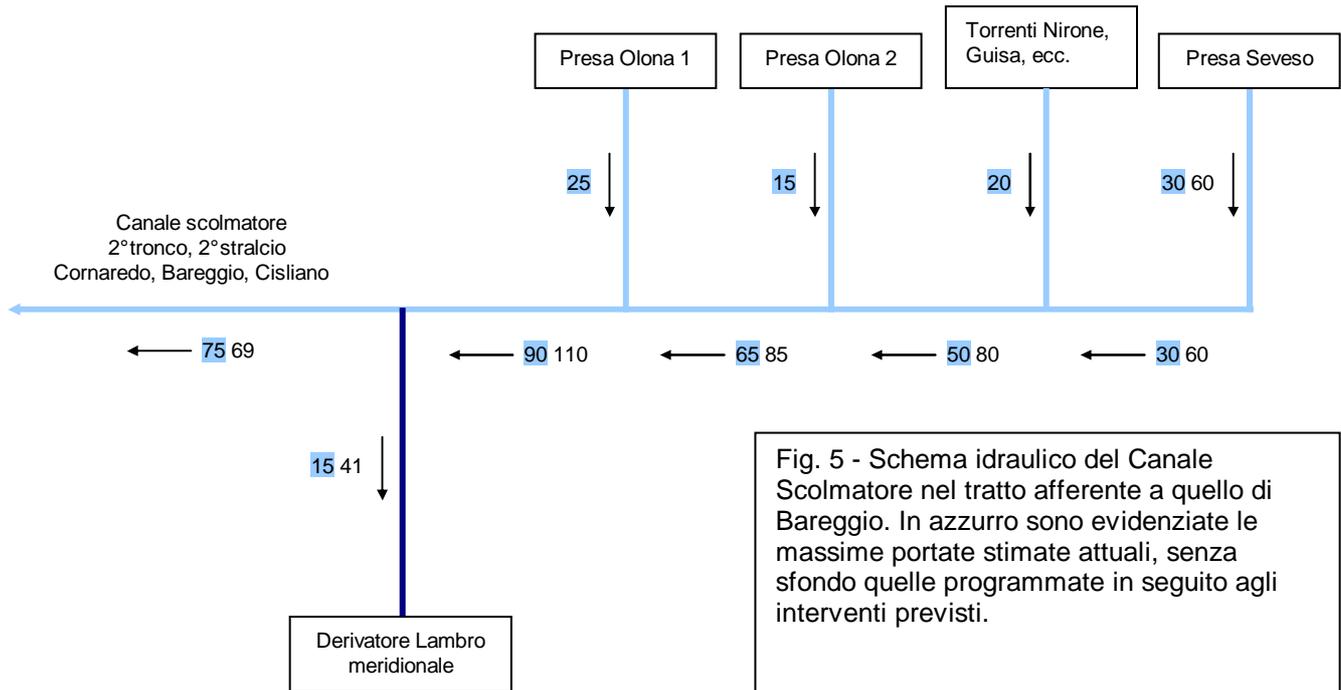
qualificabili come beni culturali di valore paesistico ed ambientale la cui integrità dipende da quella di una pluralità di fattori sia idrogeologici sia biologici. I vincoli introdotti tengono conto di questo aspetto stabilendo limitazioni all'edificazione, zone di tutela assoluta e l'obbligo di conservazione delle fasce di vegetazione spontanea a struttura arboreo-arbustiva che accompagnano lo sviluppo dei fontanili stessi e delle risorgive; la normativa individuata si ritiene più che sufficiente anche a garantire la gestione del rischio associato a queste strutture.

Anche in questo caso è ovvia la raccomandazione a curare la manutenzione e ad intervenire tempestivamente su tutte le situazioni problematiche che dovessero essere rilevate.

4.2.3 Il Canale Scolmatore delle Piene di Nord Ovest

Il Canale Scolmatore è una grande opera idraulica che, sostanzialmente, ha il fine di difendere l'area urbana di Milano e alcune sue zone orientali dalle inondazioni operate dai corsi d'acqua che le attraversano, e primi fra tutti il F. Seveso e il F. Olona, raccogliendo parte delle loro acque per convogliarle al F. Ticino.

Lo schema idraulico è quello dalla fig. 5 della pagina successiva, fornito allo scrivente dal dott. Rodolfo Ferrari del Settore acque superficiali e servizi idrici della Provincia di Milano; sono indicate le massime portate stimate attuali (evidenziate in azzurro) e quelle previste dopo gli interventi programmati.



Il dimensionamento del Canale Scolmatore, in origine, è stato effettuato in modo tale da assicurare franchi sufficienti con le portate massime, controllate anche dalle bocche di presa sui fiumi Seveso e Olona. Nel territorio comunale di Bareggio, tuttavia, in occasione di alcuni eventi meteorici il livello idrico ha toccato la parte inferiore delle condotte rettangolari in c.a. che poggiano sulla prima banchina della sezione del Canale Scolmatore e portano oltre quest'ultimo parte dell'acqua proveniente dal reticolo irriguo a monte; questa condizione può essere attribuibile a vari fattori, tra cui un incrementato apporto da parte dei torrenti le cui portate confluiscono nel Canale Scolmatore e gli interventi programmati sulla struttura dovrebbero ridurre la probabilità che condizioni di criticità si verifichino in futuro. Attualmente non risulta sia mai avvenuta alcuna fuoriuscita d'acqua dall'opera nel Comune di Bareggio.

Attorno al Canale Scolmatore, su indicazione dell'Autorità di Bacino del F. Po, nel territorio comunale è stata già da tempo posta una fascia di inedificabilità assoluta che si estende su entrambe i lati del canale per 41 m dall'asse ed è stata recepita all'interno del presente lavoro.

Poiché, come si è detto, il Canale Scolmatore è un'opera di rilevante importanza a funzionamento controllato e risulta non si siano mai verificate fuoriuscite d'acqua nel tratto di Bareggio, non si è ritenuto di estendere la fascia di inedificabilità o stabilire prescrizioni quantitative che dipendono da una verifica idraulica di ampia portata su una struttura di valenza e provinciale e regionale, gestita da competenze sovraordinate al livello comunale; nondimeno accanto alla fascia di edificabilità ed anche all'esterno di questa è stata istituita una zona di attenzione, estesa per 150 m su ogni lato del Canale Scolmatore, che costituisce un ambito prioritario per la redazione e l'attuazione del Piano di Protezione Civile, entro la quale vanno definite soglie di allarme e procedure di sorveglianza ed evacuazione, finalizzate a ridurre ulteriormente il rischio con priorità alla salvaguardia delle persone.

Verso nord, ossia verso la zona più densamente urbanizzata e quella dove le quote della superficie topografia tendono ad innalzarsi, l'estensione della fascia è stata individuata sostanzialmente prolungando le quote della sommità arginale ed appare pertanto conservativa.

Il piano campagna immerge invece verso sud così che le sue quote diminuiscono a meridione del Canale Scolmatore, ma l'urbanizzazione diviene rada e prevalgono nettamente gli spazi aperti; sono prevedibili, per il rilevante incremento della sezione, consistenti riduzioni dell'altezza e della velocità delle lame d'acqua, ed un'ampiezza di 150 m della fascia di attenzione è stata considerata sufficiente. Il nucleo edificato di C.na Figina è stato compreso nella fascia, che in sua corrispondenza raggiunge un'estensione di circa 300 m dall'asse dell'opera idraulica.

4.3 Idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio di Bareggio costituiscono un elemento centrale per l'analisi delle sue problematiche; infatti gli acquiferi presenti, come si dirà, hanno un grado di vulnerabilità da alto a estremamente elevato, che rende indispensabili provvedimenti di tutela delle risorse idriche. Questo paragrafo è dedicato alla discussione di questi aspetti.

4.3.1 Piezometria della prima falda

La piezometria ricostruita nel presente lavoro è quella della falda libera in considerazione:

- della sostanziale unitarietà del complesso idrogeologico della serie fluvioglaciale (v. par. 3) all'interno del quale le eventuali zone a circolazione differenziata, peraltro progressivamente meno individuabili procedendo verso nord, sono in connessione fra loro;
- dell'importanza del complesso stesso, le cui acque sono captate da pozzi di approvvigionamento dell'acquedotto pubblico e da numerosi pozzi privati, e alimentano i fontanili e la relativa rete irrigua;
- del ruolo che la posizione della falda libera, nelle condizioni date, ha nel determinare sia il valore della vulnerabilità sia la possibilità di interazione con le strutture;

Per la falda libera, inoltre, sono disponibili dati affidabili.

Come si può osservare le oscillazioni mensili dei livelli, riconducibili in primo luogo al contributo dovuto all'irrigazione, si sovrappongono ad una tendenza pluriennale all'innalzamento che appare ricalcare, a parte le differenze quantitative, quella in atto in altri settori del milanese. Di conseguenza la condizione di minima soggiacenza è stata individuata: 1) con riferimento al periodo dell'anno nel quale si verifica, e precisamente settembre in base alle informazioni fornite dal SIF, che non a caso pubblica le piezometrie a scala provinciale anche per tale mese; 2) in base a dati il più recenti possibile considerato l'aumento tendenziale dei livelli che riduce la soggiacenza stessa, nell'ipotesi che il trend osservato continui tuttora o, quantomeno, che non vi siano state sostanziali inversioni di tendenza.

Le difficoltà di esecuzione di una campagna di rilevazioni piezometriche con sufficienti punti di misura (specie relative ai pozzi privati, non quotati, con dati costruttivi e litostratigrafici non noti e privi di accesso per un sondino di misura) e la disponibilità di dati ufficiali hanno suggerito di ricostruire la piezometria prima di tutto da questi ultimi procedendo altrimenti solo se necessario. In particolare sono state utilizzate: i) le carte della piezometria, riguardanti soprattutto la parte centro-meridionale del territorio comunale, prodotte dallo studio S.G.A. di Milano in esecuzione del piano di monitoraggio relativo agli effetti della cava attiva posta nella porzione di sud-est del territorio stesso, e fornite dallo scrivente dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bareggio; ii) la carta costruita dallo scrivente per la porzione centro-settentrionale del Comune impiegando i dati piezometrici forniti dal Sistema Informativo Falda per i pozzi dei Comuni circostanti quello di Bareggio. In entrambe i casi il riferimento è al settembre 2001.

La ricostruzione finale della piezometria è stata effettuata prima verificando il sufficiente accordo fra le due rappresentazioni nella zona di parziale sovrapposizione, poi mediando le quote di falda su ogni maglia quadrata di lato 200 m della griglia di discretizzazione del territorio utilizzata per valutare la vulnerabilità (v. 4.3.5) ed infine utilizzando il valore mediato al centro di

ciascuna maglia per l'interpolazione conclusiva, effettuata così in modo tale da distribuire gli errori.

Il risultato ottenuto, mostrato nella Carta idrogeologica e idrografica, è confrontabile sia con le ricostruzioni a scala provinciale del Sistema Informativo Falda, tenendo conto delle inevitabili differenze dovute alle diverse scale, sia con quelle dello studio S.G.A. ed appare sufficiente ai fini della pianificazione, dovendo i dati di dettaglio relativi ad ogni singolo intervento, se necessario, essere ottenuti con indagini specifiche facenti parte degli studi a supporto della progettazione.

Le linee isopiezometriche sono mediamente orientate in direzione est-norddest/ovest-sudovest, con il flusso medio diretto perciò in senso nord-nordovest/sud-sudest e localmente evidenziato, in cartografia, dalle frecce perpendicolari alle isopiezometriche; il gradiente medio è di $3 \cdot 10^{-3}$, analogo ai valori indicati in altre indagini.

Franconi (1991) nello studio relativo alla riserva del Fontanile Nuovo, evidenzia l'effetto drenante esercitato dal Canale Scolmatore verso nord e quello di alimentazione verso sud, specie durante le piene, con un'influenza che, secondo l'Autore, si fa sentire a 400 m di distanza dall'opera. Mentre questi fenomeni non sono chiaramente leggibili nella cartografia prodotta è invece esaltato l'effetto drenante del Fontanile Nuovo, che si manifesta con una pronunciata deformazione della superficie piezometrica; anche sulla base di quest'ultima è stato definito il raggio della zona di rispetto intorno alle teste dei fontanili e delle risorgive, per le quali invece non si hanno dati analoghi e la valutazione fatta (v. 4.3.4) dovrebbe risultare nella conservativa essendo il Fontanile Nuovo una struttura di notevole rilevanza e comunque confrontabile con il Fontanile Laghetto, l'unico che possiede un'estensione areale maggiore.

L'alimentazione indotta dalle cave è anch'essa esaltata, mentre non si evidenzia il previsto effetto drenante a monte.

Il dato relativo alla soggiacenza, ricavabile per confronto fra le quote del p.c. e quelle della falda, può essere impiegato unicamente come primo orientamento e va precisato laddove fossero necessarie valutazioni più accurate; essa si riduce da nord a sud e aumenta verso est, in accordo con quanto osservato da Francani (1991). Per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi le quote del p.c. sono state riferite a quelle della cartografia aereofotogrammetrica 1:2.000 trovando, per la profondità della falda, un intervallo va da circa 7 m nella parte nord del territorio comunale ad 1 m nella parte sud (questi valori estremi sono verosimilmente approssimati per eccesso e per difetto rispettivamente) con una media di 3.4 m.

4.3.2 Captazioni e piezometri nel territorio comunale

I dati relativi ai pozzi e ai piezometri presenti sul territorio comunale di Bareggio sono stati ottenuti confrontando le informazioni provenienti da diversi organi amministrativi e procedendo successivamente all'esecuzione di controlli mirati; in particolare sono state confrontate fra loro le seguenti fonti:

- elenco dei pozzi e dei piezometri disponibili presso il Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano
- elenco delle captazioni presente presso il Settore Tecnico – Ufficio Ecologia del comune di Bareggio
- elenco dei pozzi da regolarizzare, da pubblicare all'albo pretorio, trasmesso dalla Regione Lombardia (lettera del 3.10.2001 prot. U1-2001-58092)

- elenco dei pozzi con uso potabile o usi plurimi comprendenti quello potabile trasmesso dall'A.S.L. di Magenta (lettera del 7.02.02 prot. 11252/GR-6)
- documentazione circa un episodio di contaminazione della falda libera da parte di xilene e n-esano reperita presso il Settore Tecnico – Ufficio Ecologia del comune di Bareggio

I controlli mirati sono stati diretti, principalmente:

- a verificare l'ubicazione dei pozzi privati ad uso potabile o a uso plurimo comprendente quello potabile indicati nei documenti amministrativi, essendo attendibile la localizzazione dei pozzi dell'acquedotto pubblico, gestiti dal Consorzio Acque Potabili (CAP)
- a verificare l'ubicazione di pozzi privati ad uso non potabile le cui coordinate CTR non erano indicate nell'elenco fornito dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano
- a verificare l'ubicazione di pozzi privati ad uso non potabile presenti nell'elenco fornito dal SIF, ma non in quello presente presso il Settore Tecnico – Ufficio Ecologia del comune di Bareggio, o viceversa

Complessivamente i controlli si sono estesi a più del 50% delle captazioni presenti nell'elenco definitivo, in cui figurano 64 fra pozzi e piezometri con le relative coordinate CTR. Non è stato possibile reperire alcuna informazione circa il pozzo il cui utilizzatore è indicato come Mari nell'elenco del Sistema Informativo Falda, nemmeno con l'ausilio delle informazioni richieste dal Settore Tecnico del Comune di Bareggio all'Ufficio Anagrafe.

Le captazioni sono state identificate con un codice alfanumerico di censimento costituito da una sigla e da un numero progressivo; le sigle utilizzate ed il relativo significato sono i seguenti:

- CAP: pozzo pubblico di approvvigionamento dell'acquedotto gestito dal CAP
- PU: pozzo pubblico di proprietà comunale ad uso non potabile
- PRP: pozzo privato per il quale è segnalato un uso potabile

- PR: pozzo privato per il quale non è segnalato un uso potabile
- PZ: piezometro riferibile a privati
- PZP: piezometro di proprietà pubblica

Complessivamente i pozzi e piezometri sono ripartiti come indicato nella tabella 5.

Tab. 5 - Ripartizione dei pozzi e dei piezometri per tipo

Tipo	Numero
CAP: pozzo pubblico di approvvigionamento dell'acquedotto gestito dal CAP	3
PU: pozzo pubblico di proprietà comunale ad uso non potabile	3
PRP: pozzo privato per il quale è segnalato un uso potabile	14
PR: pozzo privato per il quale non è segnalato un uso potabile	23
PZ: piezometro riferibile a privati	13
PZP: piezometro di proprietà pubblica	8
Totale	64

I dati disponibili sono riportati nelle schede conformi al modello indicato nella D.G.R. 7/6645 del 29 ottobre 2001, facenti parte integrante della presente documentazione. Le uniche stratigrafie reperite sono quelle fornite dall'ufficio del Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano. Circa lo stato della captazione (attiva, in disuso, cementata) si è preferito mantenere le informazioni di provenienza amministrativa pur prendendo nota, al riguardo, delle dichiarazioni dei proprietari o degli utilizzatori.

Nella Carta idrogeologica e idrografica le classi della tab. 5 sono state ulteriormente ripartite considerando lo stato della captazione e la presenza o meno di una contaminazione, pervenendo

alle 10 classi indicate nella successiva tab. 6. Per la descrizione di ogni singola captazione e le stratigrafie ci si riferisca alle schede pozzi allegate alla presente relazione.

Tab. 6 - Ripartizione dei pozzi e dei piezometri per classi

Tipo	Numero
Pozzo pubblico approvvigionamento acquedotto	3
Pozzo pubblico attivo (non ad uso potabile)	2
Pozzo pubblico contaminato (non ad uso potabile)	1
Pozzo privato attivo comprendente uso potabile	14
Pozzo privato attivo	18
Pozzo privato in disuso	1
Pozzo privato cementato	4
Piezometro pubblico attivo	7
Piezometro pubblico contaminato	1
Piezometro privato attivo	13
Totale	64

I dati delle tre captazioni pubbliche di approvvigionamento dell'acquedotto di Bareggio, gestite dal Consorzio Acque Potabili sono riportati nella tab. 7 della pagina successiva.

Le zone di tutela associate ai pozzi sono quelle definite dal CAP e precisamente la zona di tutela assoluta di raggio 10 m e quella di rispetto di raggio 200 m, entrambe indicate nella cartografia di Sintesi e nella Carta di fattibilità.

I pertinenti articoli dell'attuale legislazione che disciplina le attività ammesse entro le zone di tutela (D.Lgs. 152/1999 come modificato e integrato dal D.Lgs. 258/2000) sono inseriti nella normativa.

Tab. 7 - Pozzi pubblici in comune di Bareggio (dati Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano)

Indirizzo	Codice SIF	Codice censimento	Coordinate CTR
V.le De Gasperi	0150120004	CAP1	Longitudine 1499570 Latitudine 5037851
Via Girotti	0150120001	CAP2	Longitudine 1499242 Latitudine 5036350
Loc. Casone	0150120006	CAP3	Longitudine 1500221 Latitudine 5035303

4.3.3 Vulnerabilità degli acquiferi

4.3.3.1 Introduzione ed aspetti metodologici

Per il calcolo della vulnerabilità degli acquiferi si è fatto riferimento ad una metodologia validata e consolidata con l'obiettivo di ottenere risultati che permettessero l'integrazione e la precisazione quantitativa delle valutazioni qualitative basate sull'esame dell'assetto idrogeologico generale del territorio; da questo è desumibile un quadro generale di vulnerabilità elevata principalmente a causa della scarsa soggiacenza media della superficie piezometrica e della presenza di depositi grossolani.

Il metodo impiegato è il sistema parametrico SINTACS elaborato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche U. O. 4.1, per un'approfondita illustrazione teorica e pratica del quale si rimanda a Civita e De Maio (1997). Sono, in particolare, presi in considerazione sette parametri e precisamente la soggiacenza della falda (S), l'infiltrazione efficace (I), l'effetto di auto-depurazione del non-saturo (N), la tipologia di copertura (T), le caratteristiche dell'acquifero (A), la conducibilità idraulica (C) e la pendenza della superficie topografica (S).

Ad ognuno dei sette parametri è associato un punteggio parziale P_i ($i = 1, \dots, 7$) ottenibile da diagrammi che lo correlano al valore di ciascun parametro, mentre il punteggio finale di vulnerabilità è ottenibile dalla somma pesata $\sum_{i=1}^7 w_i P_i$; i pesi w_i sono scelti, innanzi tutto, fra quelli proposti dagli Autori per diverse situazioni idrogeologiche e di impatto, ma possono essere modificati in base alla situazione specifica del territorio analizzato, purché la loro somma sia sempre uguale a 26.

Il punteggio finale, compreso fra 26 e 260, è poi normalizzato per ottenere un indice compreso fra 0 e 100 che permette di individuare sei classi di vulnerabilità, da molto bassa (valori da 0 a 24) a estremamente elevata (valori da 80 a 100).

Il territorio da analizzare è suddiviso in un certo numero di aree omogenee, all'interno delle quali il valore di ogni parametro è considerato costante, che di norma derivano da una discretizzazione della superficie mediante una griglia regolare di maglie quadrate; la valutazione della vulnerabilità è riferita a ciascuna maglia, il che consente di ottenere una zonizzazione finale per indice o classe di vulnerabilità, con un dettaglio dipendente dalle dimensioni di ciascun elemento della griglia.

Nel caso specifico il territorio comunale di Bareggio è stato diviso in 316 maglie quadrate di 200 m di lato, attraverso le quali è stata ottenuta una distribuzione della vulnerabilità che appare sufficientemente dettagliata. La valutazione è stata eseguita sia per il primo sia per il secondo acquifero (v. par. 3.1) ottenendo due diverse cartografie di cui la seconda è un inserto della prima (v. Carta idrogeologica e idrografica).

Inevitabilmente si pone il problema di quale valore di un dato parametro attribuire a ciascuna maglia della griglia in relazione anche all'uso del suolo. Si consideri, ad esempio, il caso in cui occorra assegnare le caratteristiche della copertura pedologica (v. in seguito) a maglie entro cui ricadono aree in parte ad uso agrario ed in parte urbanizzate. In generale il problema è stato risolto facendo riferimento all'uso prevalente della superficie come descritto nella Carta dell'uso del suolo o, in caso di usi molteplici per estensioni non molto dissimili, a quello che conduce ad una valutazione a favore di sicurezza della vulnerabilità.

Il calcolo del punteggio finale e dell'indice normalizzato è stato realizzato con gli strumenti messi a disposizione da ArcView GIS 3.2, in modo da ottenere direttamente una

rappresentazione cartografica utilizzabile insieme con le altre nel processo di analisi e sintesi per la redazione della componente geologica del P.R.G.

4.3.3.2 Primo acquifero

Determinazione dei parametri

Di seguito saranno illustrati, per ciascuno dei sette parametri considerati da SINTACS, i criteri di assegnazione dei valori, mostrando le cartografie con le relative distribuzioni (pagine fuori numerazione).

Soggiacenza

La soggiacenza, ossia la profondità della superficie piezometrica rispetto al piano campagna, ha una notevole influenza nella valutazione della vulnerabilità: tanto più essa è ridotta, tanto minori sono il tempo di transito di un qualsiasi inquinante liquido o idroveicolato attraverso l'insaturo prima di raggiungere l'acquifero e la durata delle azioni auto-depurative.

Occorre, di conseguenza, far riferimento ad un valore cautelativo che, come detto in precedenza circa le variazioni pluriennali ed annuali dei livelli di falda, è stato individuato dalla piezometria riferita al settembre 2001. Anche estrapolando le tendenze rilevate a periodi successivi non risultano variazioni significative dell'attribuzione di ciascuna porzione di territorio alla classe di vulnerabilità determinata con riferimento ai dati utilizzati.

La soggiacenza è stata ottenuta per differenza fra le quote assolute della superficie piezometrica e del piano campagna, valutate con riferimento a ciascuna maglia della griglia di discretizzazione. Del metodo di ottenimento delle prime si è già detto; le seconde sono state derivate dalla cartografia aereofotogrammetrica del territorio comunale alla scala 1:2.000, in quanto migliori di quelle indicate nella CTR per le finalità ed il grado di dettaglio dell'indagine.

Sia il piano campagna sia la superficie piezometrica immergono con una certa regolarità verso sud-est in accordo, per la seconda anche rispetto alle quote di falda, con la ricostruzione regionale della piezometria effettuata dalle strutture del Sistema Informativo Falda.

La soggiacenza tende, in linea generale, a diminuire nella stessa direzione, ma l'andamento di dettaglio delle due superfici, tuttavia, fa sì che a tale tendenza se ne sovrapponga una alla riduzione in senso nordest-sudovest.

Il valore minimo, zero, è stato attribuito alle maglie identificate con i bacini della cava Platti, il valore massimo è relativo ad una sola cella posta nell'estrema porzione nord del territorio comunale, mentre il valore medio è di 3.4 m, indicante una superficie piezometrica complessivamente vicina al piano campagna con conseguenze sfavorevoli sulla vulnerabilità degli acquiferi.

Il punteggio parziale varia fra 10 (soggiacenza compresa nell'intervallo 0-2 m) e 7 (soggiacenza maggiore di 5 m).

La distribuzione della soggiacenza nelle varie celle è mostrata nella cartografia della pagina successiva (fuori numerazione).

Infiltrazione efficace

L'infiltrazione efficace media annua assume notevole importanza nella valutazione della vulnerabilità poiché da essa dipendono sia il trasporto verso il basso degli inquinanti, sia la loro diluizione nell'insaturo e nella zona di saturazione.

Nel caso dello specifico territorio considerato l'infiltrazione efficace è costituita da due componenti, una legata alle precipitazioni e l'altra all'irrigazione, quest'ultima capace di determinare, come si è visto, notevoli conseguenze sull'andamento della piezometria.

L'infiltrazione efficace media annua I_p (mm/anno) dovuta alle precipitazioni è valutabile, nel caso di suoli poco potenti come quelli presenti nell'area indagata (v. in seguito) mediante l'espressione $I_p = Q \cdot \chi_p$, dove $Q = P - E_r$ è la precipitazione efficace media annua ottenuta per differenza fra la piovosità media annua P e il tasso di evapotraspirazione reale medio annuo computato usando il modello empirico di Turc (1954) mentre χ_p è un indice di infiltrazione dipendente dalla litologia superficiale.

Per la determinazione di E_r , che non sarà illustrata nel dettaglio, rimandando per questo a Civita e De Maio (1997) è necessario disporre di dati circa i valori medi annui della piovosità e delle temperature mensili; in entrambi i casi si è fatto riferimento ai dati forniti dal Centro Meteorologico Lombardo – Osservatorio di Milano Lorenteggio per il periodo 1991-2000 (v. 4.1) con le correzioni suggerite per ottenere i valori applicabili alla zona di Bareggio,⁴ in quanto dimostratisi più conservativi.

⁴ Nel caso della piovosità sono stati impiegati i valori medi degli scarti positivi, ma la correzione non risulta comunque significativa ai fini della valutazione del punteggio parziale associato al parametro considerato. Considerate le caratteristiche topografiche del territorio considerato non sono state inoltre introdotte correzioni legate alla quota.

Per la componente dell'infiltrazione efficace I_i dovuta all'irrigazione è stato, innanzi tutto, necessario individuare il valore Q_e di precipitazione equivalente, in mm/anno, legata all'uso delle superfici agricole. Nel caso della classe "coltivazioni erbacee" della Carta dell'uso del suolo, sostanzialmente identificabili con il mais, è stato impiegato il valore di 500 mm/anno ottenuto da ERSAL nel corso del Progetto S.U.S.A.P., mentre per la classe "prati da sfalcio" è stato utilizzato il valore suggerito da Zavagno⁵ di 100 mm/anno.

Anche per il calcolo di I_i si è posto $I_i = Q_e \cdot \chi_e$, dove χ_e è un coefficiente di infiltrazione che, rappresentando la frazione di acque di irrigazione che effettivamente giunge in falda, congloba sia gli effetti della litologia che quelli dell'evapotraspirazione.

Per le aree agricole le caratteristiche litologiche superficiali e le informazioni di tipo agronomico disponibili circa le aliquote di infiltrazione delle acque di irrigazione hanno portato alla scelta di un unico coefficiente di infiltrazione $\chi = \chi_p = \chi_e$ pari a 0.6. Per le aree urbanizzate, in gran parte impermeabilizzate, lo stesso coefficiente è stato posto a 0.1 in considerazione, principalmente, del contributo di pozzi perdenti dove trovano recapito acque provenienti da piazzali e strade, delle perdite dai collettori cui affluiscono queste ultime e della presenza di aree verdi; infine per le aree di cava è stato ovviamente impiegato un valore 1 dal momento che le precipitazioni raggiungono direttamente la superficie piezometrica.

I valori dei diversi parametri sono stati assegnati ad ogni maglia della griglia di discretizzazione del territorio comunale, ottenendo la distribuzione dell'infiltrazione efficace mostrata nella pagina successiva.

Va rilevato che SINTACS attribuisce al parametro infiltrazione il punteggio massimo nell'intervallo 250-300 mm/anno, con una successiva diminuzione per tener conto dei processi di

⁵Comunicazione personale.

diluizione e dispersione attraverso l'insaturo, l'importanza dei quali è proporzionale ai volumi unitari di infiltrazione reale, e del ruscellamento superficiale che si genera anche in terreni ad elevata permeabilità (quali quelli considerati) a fronte di precipitazioni intense e frequenti (Civita e De Maio, 1997). Pertanto il punteggio massimo di 9 è associato alle maglie dove l'infiltrazione efficace assume un valore di poco superiore a 300 mm/anno, e si riduce fino a 4.5 dove essa sale ad oltre 600 mm/anno.

La distribuzione dell'infiltrazione ottenuta è mostrata nella pagina successiva.

Effetto di auto-depurazione del non saturo

Le caratteristiche della zona insatura, condizionando i processi di auto-depurazione che in essa avvengono, assumono un rilievo significativo nella determinazione della vulnerabilità, anche se il loro peso effettivo dipende dalla specifica situazione idrogeologica.

Impiegando il metodo SINTACS è essenzialmente la natura litologica dell'insaturo a determinare il relativo punteggio parziale di vulnerabilità; i valori massimi, che identificano i casi sfavorevoli, sono relativi alle alluvioni grossolane per i mezzi a permeabilità matriciale, ai calcari carsificati o fessurati ed alle vulcaniti fessurate per gli ammassi rocciosi.

Premesso che l'ampiezza della zona insatura è stata identificata con la soggiacenza per ciascuna maglia della griglia di discretizzazione del territorio indagato, le caratteristiche litologiche di interesse sono state dedotte dall'esame delle stratigrafie dei pozzi o dei piezometri disponibili.

Nella maggior parte delle stratigrafie il non saturo è costituito da alluvioni prevalentemente grossolane, con limitata capacità di auto-depurazione, salvo in alcune dove sono segnalati depositi qualificabili come alluvioni medio-fini, con capacità in un qualche misura maggiori che nel caso precedente, ma sempre piuttosto contenute; in quest'ultimo caso si è qualificato in modo analogo lo spessore non saturo della cella contenente il pozzo o il piezometro e di quelle cui la perforazione risulta sufficientemente vicina (in pratica due o quattro se in prossimità, rispettivamente, ad un lato o ad un vertice di ciascuna maglia).

Un punteggio di 8, su una scala da 1 a 10, è stato conseguentemente attribuito alla maggioranza delle maglie, 7 è il punteggio riservato ai casi in cui lo spessore non saturo contiene alluvioni medio-fini, mentre il valore 10 identifica le zone di cava dove la superficie piezometrica è esposta.

Il quadro ottenuto è congruente con le informazioni disponibili e con le ricostruzioni complessive della geologia del territorio indagato le quali fanno, peraltro, ritenere che il peso di eventuali valutazioni di dettaglio su quella complessiva di vulnerabilità sarebbe stato modesto.

La distribuzione finale del parametro tipo litologico, riferito al non saturo, è mostrata nella cartografia della pagina successiva; come si può osservare essa è in pratica uniforme con variazioni nella zona nord-ovest e sud-est del territorio, in quest'ultimo caso in corrispondenza o vicinanza delle aree della cava Platti.

Tipologia della copertura

La tipologia dei terreni di copertura in generale, e dei suoli in particolare, riveste un ruolo di primo piano nella mitigazione dell'impatto degli inquinanti e pertanto nella valutazione della vulnerabilità degli acquiferi.

Le informazioni pedologiche necessarie sono state tratte da già citato studio dell'ERSAL "I suoli del parco agricolo sud Milano" (1993) dal quale si osserva che i suoli presenti nel territorio considerato sono appartenenti alle unità n°3, 5, 6 ed 8 descritte nel par. 3.3.

Si tratta, nel complesso, di suoli franco-sabbiosi che, ai fini della determinazione della vulnerabilità, ed in particolare in sede di valutazione dell'infiltrazione efficace (v. in precedenza) sono qualificabili più propriamente come poco potenti.⁶ Nelle aree urbanizzate e in quelle della cava Platti il suolo, facendo riferimento alla classificazione utilizzata nel modello SINTACS, è stato considerato sottile o assente.

La distribuzione tipologia/unità ERSAL è mostrata nella pagina successiva; i punteggi parziali variano tra 5.5 e 6 nel caso dei suoli franco sabbiosi, che si trovano in posizione intermedia fra quelli sottili e quelli argillosi in quanto a capacità di attenuazione del carico inquinante (in pratica nulla nel primo caso e massima nel secondo) e raggiungono il valore di 10 nel caso delle aree urbanizzate ed in quelle circostanti la cava Platti.

⁶ Riprendendo qui la nota presente nella pubblicazione di Civita e De Maio (1997) si ricorda che si intende, di norma, per scarsa copertura uno spessore del *pedon* inferiore a 50 cm (Busoni *et al.*, 1995) ma nel contesto della valutazione della vulnerabilità, per ragioni collegate alla velocità di infiltrazione, si considera efficace l'azione di suoli con potenza pari o superiore al metro.

Tipo di acquifero

Nel caso di SINTACS le caratteristiche del mezzo acquifero ritenute rilevanti per la determinazione della vulnerabilità sono da ricondursi principalmente alla litologia dei complessi idrogeologici che lo costituiscono la quale, in modo più o meno diretto, controlla i processi di abbattimento delle concentrazioni iniziali di inquinante; in particolare, analogamente al non saturo, il punteggio parziale raggiunge i massimi per gli acquiferi costituiti da alluvioni grossolane fra i mezzi a permeabilità matriciale, per i calcari fessurati o carsificati e per le vulcaniti fessurate fra gli ammassi rocciosi.

L'esame delle stratigrafie delle perforazioni ha condotto a considerare il primo acquifero come costituito pressoché interamente da alluvioni grossolane, e ad assegnare ad ogni maglia della griglia di discretizzazione un punteggio di 8.5, scelto fra gli estremi di 8 e 9 pertinenti a questa classe di litologie.

La relativa cartografia, mostrata nella pagina successiva mostra di conseguenza un quadro del tutto uniforme.

Conducibilità idraulica

Nel modello SINTACS la funzione che associa il valore della conducibilità idraulica dell'acquifero al relativo punteggio parziale di vulnerabilità è monotonamente crescente e più inclinata fra 10^{-8} - 10^{-7} m/s e 10^{-3} - 10^{-2} m/s, valore quest'ultimo per il quale il punteggio parziale relativo a questo parametro diviene assai prossimo a 10.

Coerentemente alla scelta di attribuire un'unica litologia all'acquifero anche alla conducibilità idraulica è stato assegnato il solo intervallo fra 10^{-2} - 10^{-3} m/s, approssimando a 10 il punteggio ottenuto per ogni maglia della griglia di valutazione. La permeabilità, ottenuta dal diagramma di SINTACS che associa alle differenti litologie gli intervalli di riferimento della conducibilità idraulica, risulta coerente con le valutazioni derivabili dai dati abbassamenti/portate estratte riferiti ad alcune delle perforazioni.

Anche in questo caso la cartografia ottenuta, visibile nella pagina successiva, descrive una situazione uniforme.

Acclività della superficie topografica

La pendenza della superficie topografica influenza, principalmente, la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua, con l'eventuale carico inquinante, sulla superficie; pendenze minori favoriscono limitati spostamenti, riduzioni della velocità o addirittura ristagni con incremento dell'infiltrazione e dunque effetto sfavorevole sulla vulnerabilità degli acquiferi.

Nel caso del territorio comunale di Bareggio, come del resto per ampie porzioni di pianura, la superficie topografica mostra una pendenza complessivamente uniforme, nella fattispecie dello 0.3% circa; questo valore, cui corrisponde un punteggio parziale in pratica di 10 è stato, conseguentemente, attribuito ad ogni cella, ottenendo anche in questo caso la distribuzione uniforme mostrata nella cartografia della pagina successiva.

Scelta dei pesi

Come accennato in 4.3.3.1 il punteggio finale di vulnerabilità è ottenibile dalla somma pesata

$\sum_{i=1}^7 w_i P_i$, dove i P_i ($i = 1, \dots, 7$) sono i punteggi parziali associati a ciascuno dei parametri

considerati e i pesi w_i sono scelti innanzi tutto fra quelli proposti dagli Autori per diverse situazioni idrogeologiche e di impatto, ma possono essere modificati in base alla situazione specifica del territorio analizzato, purché la loro somma sia sempre uguale a 26.

Gli Autori di SINTACS propongono 5 diverse stringhe di pesi moltiplicatori secondo le diverse situazioni idrogeologiche e di impatto; in particolare, dalla descrizione di queste ultime, al caso del comune di Bareggio risultano innanzi tutto assimilabili quelle: 1) delle aree soggette ad impatto rilevante, dove si verificano impatti significativi da fonti diffuse di inquinamento potenziale, tra cui le aree urbanizzate e le colture che prevedono abbondanti trattamenti con fitofarmaci e concimi; 2) delle aree soggette a drenaggio, all'interno delle quali si ha una forte riduzione, se non un annullamento della soggiacenza in relazione a diverse cause, tra cui l'impiego di metodologie di irrigazione per scorrimento.

Un'indicazione qualitativa del livello di impatto delle aree coltivate è stata fornita da Zavagno⁷ ed è riassunta nella tab. 8 della pagina successiva.

⁷ Comunicazione personale.

Tab. 8 livello qualitativo di impatto delle aree coltivate

	concimazioni organiche (stallatico, ovv. nitrati/fosfati p.m.p.)	concimazioni inorganiche (apporto di fertilizzanti chimici)	impiego di pesticidi (cfr., es., diserbanti, insetticidi)	livello qualitativo di impatto
COLTURE ERBACEE	SI	SI	SI	alto
PRATI DA SFALCIO	SI	NO	NO	medio-basso
INCOLTI	NO	NO	NO	basso
AREE VERDI	SI, RIDOTTE	SI, RIDOTTE	SI	medio
COLTURE ARBOREE	SI	SI	SI	alto
CORPI IDRICI	SI (indiretto)*	SI (indiretto)	SI (indiretto)	medio-alto
BOSCAGLIE	NO	NO	NO	basso
ORTI	SI	SI	SI	alto

* la qualifica "indiretto" si riferisce alla possibilità di contaminazione dei corpi idrici, con conseguente diffusione di quest'ultima, legata alle modalità d'uso delle aree circostanti, con particolare riferimento a quelle agricole.

In base a quanto detto e alle informazioni disponibili per il territorio comunale di Bareggio sono state identificate tre condizioni:

- impatto rilevante: aree urbanizzate ed assimilabili; si applica la relativa stringa di pesi
- drenaggio: aree ad uso prevalentemente agricolo dove la soggiacenza può essere significativamente ridotta dall'apporto idrico legato all'irrigazione; si applica la relativa stringa di pesi
- situazione intermedia fra impatto rilevante e drenaggio: aree con colture prevalentemente ad impatto significativo dove la soggiacenza è ridotta, ma in misura minore che nelle altre aree, in seguito all'apporto idrico legato all'irrigazione; si applica una stringa di pesi in cui ciascuno rappresenta la media di quelli relativi alle stringhe considerate in precedenza

La cartografia con la distribuzione di ciascun caso è mostrata nella pagina successiva.

Distribuzione del punteggio normalizzato e delle classi di vulnerabilità

Come descritto in 4.3.3.1 l'indice di vulnerabilità normalizzato valutato mediante il metodo SINTACS, compreso fra 0 e 100, permette di attribuire a ciascuna cella un grado di vulnerabilità secondo quanto indicato nella tab. 9.

Tab. 9 - Corrispondenza fra indice di vulnerabilità normalizzato e grado di vulnerabilità

Indice normalizzato	Grado di vulnerabilità
≥ 0 e ≤ 24	Molto basso
> 24 e ≤ 35	Basso
> 35 e ≤ 49	Medio
> 49 e ≤ 69	Alto
> 69 e ≤ 79	Elevato
> 79 e ≤ 100	Estremamente elevato

Per il primo acquifero sono state individuate unicamente due classi di vulnerabilità ossia elevata e estremamente elevata; i relativi punteggi presentano le distribuzioni mostrate nelle figg. 7 e 8 della pagina successiva ed i parametri statistici indicati nella sottostante tab. 10.

Tab. 10 - Parametri principali delle distribuzioni dell'indice di vulnerabilità normalizzato - Primo acquifero

Classe di vulnerabilità	Valore centrale della classe	Valore minimo	Valore massimo	Range	Valore modale	Media
Elevata	75	71	79	8	78	76
Estremamente elevata	90	80	90	10	80	82

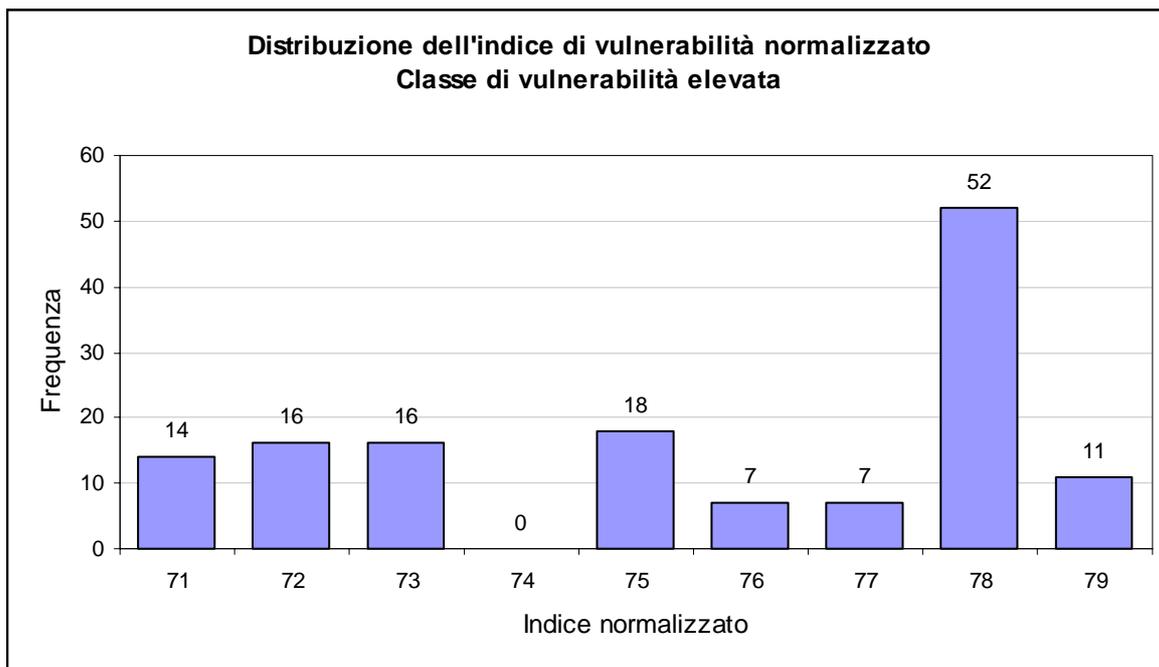


Fig. 7 - Distribuzione dell'indice normalizzato per la classe di vulnerabilità elevata

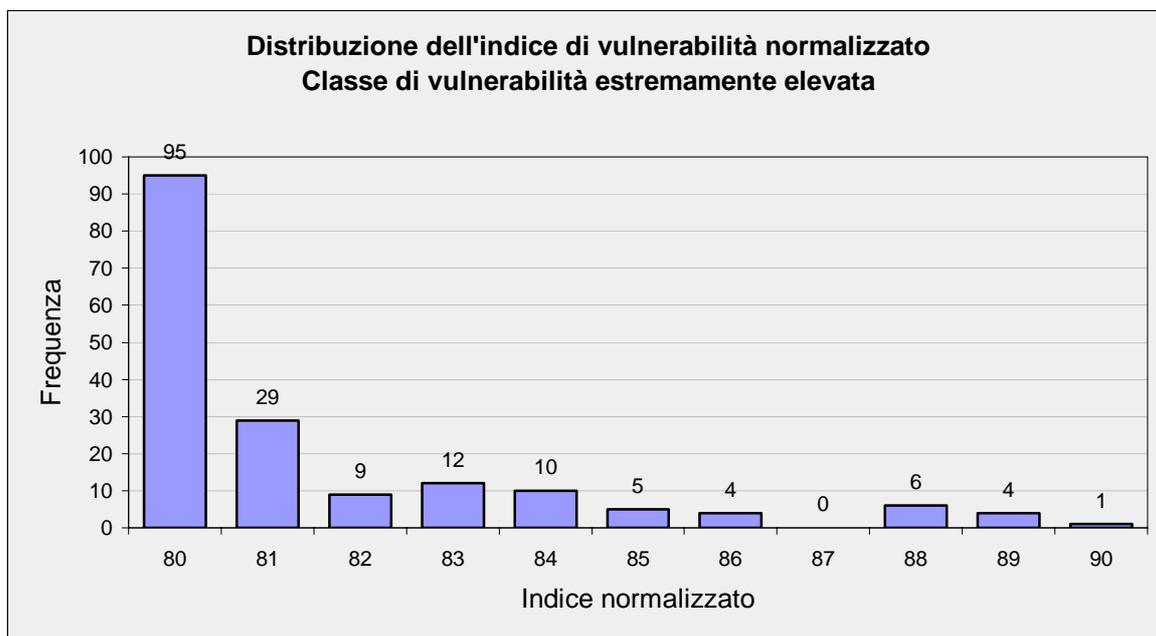


Fig. 8 - Distribuzione dell'indice normalizzato per la classe di vulnerabilità estremamente elevata

Come si può osservare i due valori modali, cui competono il 36.8% ed il 54.3% delle rispettive classi, sono molto simili tra loro (78 e 80) e tendono ad avvicinarsi al limite superiore per la prima, ed inferiore per la seconda; analogamente, sebbene con effetto meno accentuato, si comportano i valori medi.

In generale si può affermare che le condizioni di vulnerabilità del primo acquifero sono piuttosto uniformi e sono più frequentemente descrivibili (nel 46.5% dei casi) come di transizione fra elevate e estremamente elevate; non mancano, in ogni caso, valori tendenti agli estremi. Per la classe elevata in un alto numero di casi (il 55%) l'indice normalizzato è inferiore al valore modale, cosa che costituisce una circostanza favorevole; per la classe estremamente elevata sebbene il numero di casi superiore al valore modale sia il 45.7% a buona parte di questi compete un indice di vulnerabilità di 81, assai simile a quello modale, ed in ogni caso non è mai superato il valore centrale della classe stessa (90).

La cartografia che mostra la distribuzione dell'indice di vulnerabilità normalizzato è mostrata nella pagina successiva alla 49.

Nella Carta idrogeologica e idrografica la distribuzione "discreta" della griglia è stata approssimata ad una continua tracciando i confini delle aree a vulnerabilità prevalentemente elevata o estremamente elevata; essi sono rappresentati da una linea tratteggiata non potendo considerarsi la loro posizione esattamente definita, essendo più verosimile l'esistenza di transizioni graduali.

Le zone a vulnerabilità elevata si trovano prevalentemente nella porzione occidentale del territorio comunale con le significative eccezioni delle zone verso la loc. San Martino e dei bacini di cava della zona sud-est, mentre la porzione occidentale del territorio è caratterizzata da una vulnerabilità estremamente elevata e presenta un lobo che arriva a comprendere il Fontanile Nuovo.

Se, da un lato, la scelta di localizzare gran parte delle aree produttive nel settore settentrionale del comune appare, a posteriori, come la migliore in rapporto alle caratteristiche di vulnerabilità del primo acquifero, dall'altro quest'ultima è notevole ovunque e ciò, in considerazione anche di quanto si dirà fra breve a proposito dell'acquifero captato dai pozzi CAP, richiede l'adozione di opportune cautele nella gestione del territorio.

4.3.3.3 Secondo acquifero

La vulnerabilità dell'acquifero captato dai pozzi CAP è stata valutata con riferimento alle indicazioni di Civita e De Maio (1997) assumendo che questo possa essere considerato semiconfinato con possibili travasi attivi fra la superficie e/o il primo acquifero. In queste condizioni il mezzo a ridotta permeabilità, identificato con gli strati argillosi di spessore intorno alla decina di metri rilevabili nelle stratigrafie dei pozzi CAP fra circa 15 e circa 25 m di profondità, è considerato parte dell'insaturo e la sua presenza condiziona dunque il punteggio attribuito tale parametro.

Nel caso del secondo acquifero la classe di vulnerabilità estremamente elevata in pratica scompare (interessando solo 7 celle su 316), mentre una significativa rilevanza assume la classe alta, che qualifica il 20% circa delle celle e, analogamente a quanto accadeva per il primo acquifero, una zona posta nella porzione orientale del territorio comunale.

I punteggi per le classi alta ed elevata presentano le distribuzioni mostrate nelle figg. 9 e 10 ed i parametri statistici indicati nella tab. 11; si è tralasciata l'illustrazione dei casi delle classe estremamente elevata perché pochissimi, come si è detto, e in 5 casi su 7 caratterizzati da un indice di vulnerabilità di 81, simile al 79 che delimita superiormente la classe precedente.

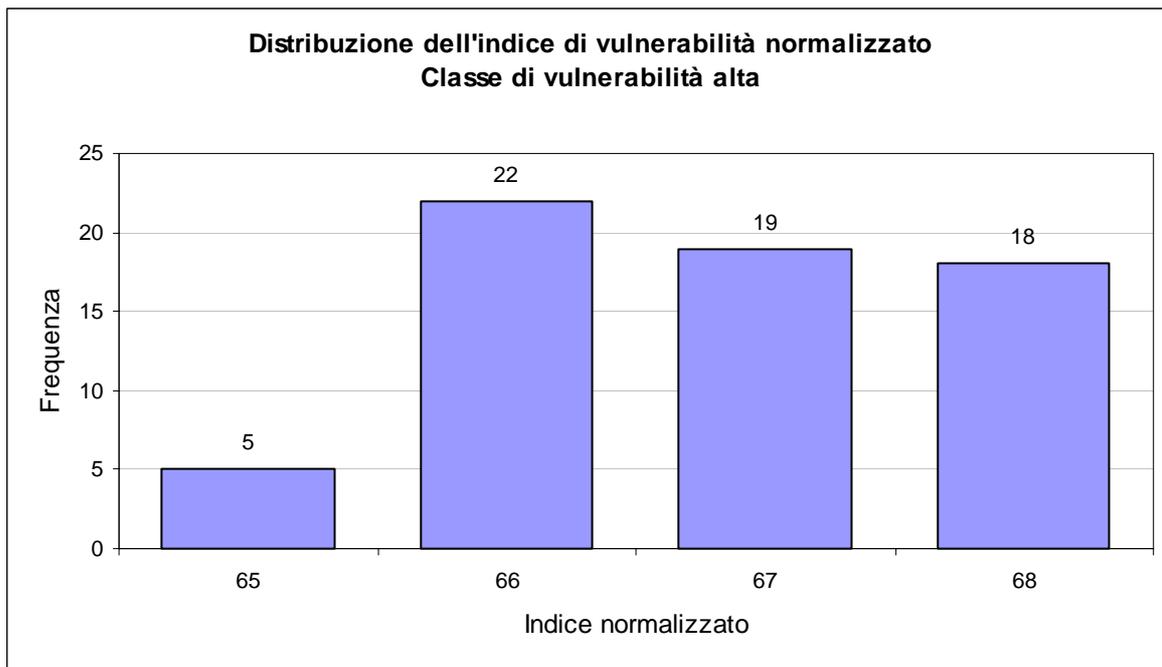


Fig. 9 - Distribuzione dell'indice normalizzato per la classe di vulnerabilità alta – Secondo acquifero

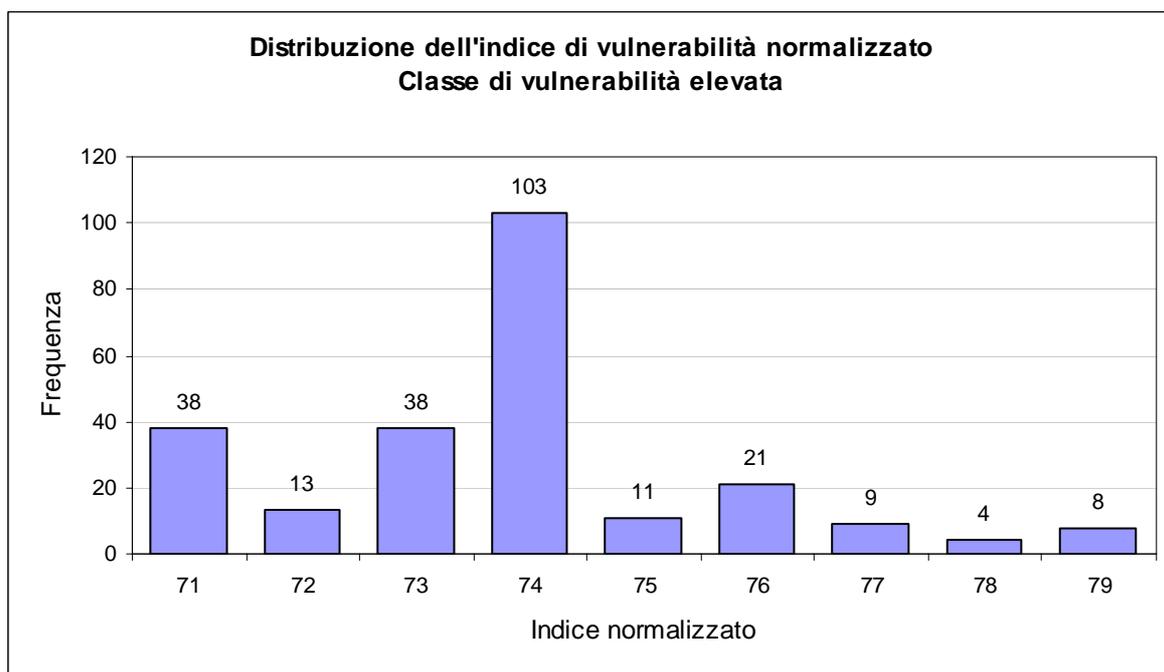


Fig. 10 - Distribuzione dell'indice normalizzato per la classe di vulnerabilità elevata – Secondo acquifero

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
Studio di consulenza geologica ed ambientale
P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

Tab. 11 - Parametri principali delle distribuzioni dell'indice di vulnerabilità normalizzato - Secondo acquifero

Classe di vulnerabilità	Valore centrale della classe	Valore minimo	Valore massimo	Range	Valore modale	Media
Alta	60	65	68	3	66	67
Elevata	75	71	79	8	75	74

Nel caso del secondo acquifero la distribuzione dell'indice normalizzato suggerisce che la sua vulnerabilità sia qualificabile come elevata, con frequenti transizioni verso la classe alta e una buona percentuale di casi propriamente inquadrabili in quest'ultima.

La vulnerabilità media si riduce (l'indice normalizzato medio scende da 79 a 73) ma anche per il secondo acquifero risulta comunque rilevante, non garantendo i livelli impermeabili o a permeabilità ridotta, in base alle informazioni disponibili, un'adeguata protezione; anche in questo caso, dunque, vanno adottate opportune cautele nella gestione del territorio per garantire la tutela della risorsa idrica, vista anche la sua utilizzazione per l'approvvigionamento dell'acquedotto comunale.

La cartografia con la distribuzione dell'indice di vulnerabilità normalizzato per il secondo acquifero è mostrata nella pagina successiva e come inserto nella Carta idrogeologica e idrografica.

4.3.4 Aree di influenza e protezione delle teste dei fontanili e delle risorgive

Un problema specifico è la definizione degli ambiti nei quali la verifica degli interventi deve includere una più dettagliata valutazione dei loro effetti sulle teste dei fontanili. Essenzialmente si è fatto riferimento, come esempio, alla deformazione della superficie piezometrica indotta dai fontanili Nuovo I e Nuovo II, indicati collettivamente sotto il nome di Fontanile Nuovo e tutelati dall'omonima riserva provinciale; tale deformazione, che configura essenzialmente un fronte di richiamo delle acque sotterranee, è ben rilevabile nella cartografia prodotta dallo studio SGA (v. 4.3.1) e pertanto in quella delle isopiezometriche prodotta nel corso del presente lavoro che, per la parte del territorio a sud del canale scolmatore di nord-ovest, è stata ottenuta rielaborando i dati della cartografia SGA. Tale deformazione, peraltro, è visibile anche nella carta piezometrica prodotta da Francani *et al.* nello studio per la riserva del fontanile Nuovo del 1990.

Si individua, complessivamente, un settore con apertura angolare di circa 60° ed apice sul fontanile. Per individuare un'estensione areale si è fatto riferimento: 1) alla capacità di autodepurazione dell'acquifero, individuata applicando il metodo di Rheese e considerando la composizione prevalentemente ghiaiosa del sottosuolo; 2) agli studi di Francani (2002, v. 4.3.5, p. 56); 3) al criterio geometrico della normativa per le captazioni ad uso potabile (tenendo conto del fatto che le acque dei fontanili sono utilizzate per produzioni agricole). Si è stabilita in circa 250 m l'estensione massima dell'area di protezione, ossia dell'altezza del settore considerato in precedenza, estendendola limitatamente anche a valle dei fontanili rispetto alla direzione di flusso; la configurazione generale dell'area di tutela è pertanto quella di fig. 11.

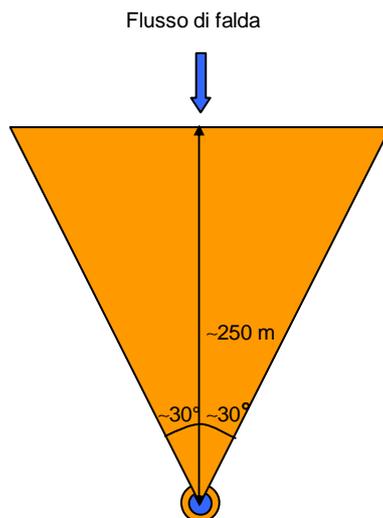


Fig. 11 - Configurazione generale dell'area di tutela dei fontanili (in giallo) - La testa del fontanile è il cerchio blu all'apice del triangolo

L'estensione di 250 m dell'area di protezione si riferisce, in generale, a inquinamenti con componenti che non siano molto persistenti. La presenza di un inquinante abbastanza persistente o di sottoprodotti di trasformazione inquinanti, anch'essi sufficientemente persistenti, potrebbe portare ad un inquinamento dei fontanili e/o delle captazioni anche con sorgenti localizzate all'esterno del territorio comunale, possibilità quest'ultima che rientra più propriamente nel contesto di norme di tutela sovraordinate a quelle della componente geologica del P.R.G.

La normativa della componente geologica, come si dirà, tutela le risorse idriche sotterranee nel loro complesso, tenendo conto della generale situazione di vulnerabilità del territorio e specializzando ed estendendo la tutela alle zone di protezione dei fontanili attraverso un sistema di certificazioni che riguarda anche le costruzioni ad uso abitazione.

4.3.5 Osservazioni sull’impatto delle aree di cava attiva

Al problema degli effetti delle aree di cava attiva sul territorio comunale sono stati dedicati i seguenti studi di dettaglio:

- Villa F. (1993) “Verifica di compatibilità ambientale di un ampliamento della cava in località C.na Bergamina) (studio commissionato dal Comune di Bareggio)
- Francani V., Avanzini M. e Nespoli M. (1994) “Accertamento dei vincoli idrogeologici alla estensione della Cava CMS di Cusago e della Cava Platti di Bareggio” (studio commissionato dalla Provincia di Milano)
- Francani V., Alberti L., Gattinoni P. (2002) “Accertamento dei vincoli idrogeologici all’estensione della Cava Bergamina” (studio commissionato dal Comune di Bareggio)
- Francani V., Barozzi A., Gattinoni P. (2003) “Osservazioni al Nuovo Piano Provinciale Cave” (studio commissionato dal Comune di Bareggio)

In questo lavoro ci si riferirà al quarto perché ultimo passo di un percorso di approfondimento analitico e quantitativo e perché diretto principalmente ad esaminare la situazione futura come delineata dal Piano Cave adottato.

Nelle osservazioni conclusive si legge:

La crescente urbanizzazione dell’area milanese, con la conseguente distruzione di reti di canali irrigui, l’interruzione di ecosistemi ed un generale degrado ambientale, ha portato alla progressiva riduzione del patrimonio naturale e paesaggistico; è pertanto indispensabile provvedere alla salvaguardia di aree a spiccata valenza naturalistica, qual è ad esempio l’area circostante al Fontanile Nuovo, il cui auspicabile collegamento con le aree verdi esistenti nella zona ovest della Provincia potrebbe costituire un passo fondamentale per il recupero ambientale della zona.

A questo proposito, studi precedenti (Francani, 2002) prescrivono come norma fondamentale che la depressione piezometrica indotta dall'ampliamento della cava non sia sensibile con i normali strumenti di misura nell'area di ricarica del fontanile, per un raggio di 200 m dalla testa del fontanile stesso.

La valutazione del problema richiede necessariamente studi di grande dettaglio [...]. Proprio per questo il Comune di Bareggio ha deciso di completare le conoscenze con analisi di dettaglio che hanno evidenziato gli effetti negativi che un indiscriminato allargamento dei bacini di cava avrebbe sulla zona di risorgiva.

Schematicamente l'approccio modellistico al problema in esame ha evidenziato che:

1. L'allargamento dei bacini di cava verso est è preferibile rispetto all'ampliamento verso sud.
2. L'interazione tra i bacini della Cava Bergamina e di quella di Cusago determina, per sovrapposizione degli effetti, un preoccupante aggravio nel bilancio idrico del Fontanile Nuovo, in quanto gli abbassamenti piezometrici interessano in modo evidente un lungo tratto del fontanile; un'espansione indiscriminata verso sud, con l'eventuale creazione di un unico bacino estrattivo che comprenda la Cava Bergamina e la Cava di Cusago determinerebbe uno squilibrio idrogeologico. Si è, infatti, calcolato che la depressione piezometrica porterebbe ad una notevole diminuzione nella portata del fontanile. Inoltre le problematiche connesse all'innalzamento piezometrico indotto nella zona a valle della cava non sarebbero trascurabili, anche tenendo conto dei modesti valori di soggiacenza dell'area in esame.

Allo scopo di poter controllare che si rimanga entro le necessarie condizioni di sicurezza è, in ogni caso, preferibile procedere in modo graduale all'allargamento della cava, con le cautele e le geometrie di escavazione descritte in precedenza, tenendo costantemente sotto controllo l'andamento della piezometria tramite la rete di monitoraggio già esistente, al fine di verificare di colta in volta l'entità delle variazioni piezometriche.

Si sottolinea, inoltre, l'esigenza di garantire la massima compatibilità paesaggistica dell'area interessata dall'attività estrattiva. In effetti, pur tenendo conto della vocazione giacimentologica della zona, si ritiene che la realizzazione di bacini di cava aventi un'estensione di 118.600 mq (32.100 già scavati più gli 88.500

previsti dall'attuale Piano Cave) senza contare quelli di Cusago, su un territorio di circa 2 kmq sia incompatibile con la tutela dell'ecosistema visto nella sua globalità.

Ferma restando la necessità di localizzare le nuove aree estrattive in posizione attigua a quelle già esistenti, invece di intaccare le aree non ancora degradate, sarebbe opportuno procedere alla predisposizione di scenari di sviluppo estrattivo che prevedano un sempre più largo riutilizzo degli inerti, nell'ottica di una tutela ambientale di più ampio respiro.

Alla luce delle considerazioni e delle analisi condotte ai fini del presente studio si ritiene che le attuali previsioni del Piano possano comunque essere compatibili con il contesto idrogeologico ed ambientale in cui è inserita la Cava Bergamina, mentre una futura ed ulteriore espansione dell'area estrattiva verso sud o ovest potrebbe costituire uno squilibrio nel bilancio idrico divenendo causa di degrado ambientale insostenibile. Qualora l'ampliamento risultasse irrinunciabile, si suggerisce in ogni caso di trovare altre soluzioni compatibili, in linea anche con quanto suggerito negli studi precedenti, ferma restando la necessità di una sua puntuale verifica tramite studi idrogeologici specifici.

Queste conclusioni appaiono a chi scrive sufficientemente riassuntive degli aspetti del problema e sono riferite qui in quanto prodotto di studi di dettaglio aggiornati commissionati dall'Amministrazione Comunale; ad essi si rimanda per ulteriori approfondimenti.

4.3.6 Osservazioni sulla qualità delle acque sotterranee e sulle attività presenti nel territorio comunale

Informazioni di inquadramento sulla qualità delle acque sotterranee nel Comune di Bareggio, nel più ampio contesto della Provincia di Milano, possono essere tratte dalla documentazione del Sistema Informativo Falda, ed in particolare dalla pubblicazione “Le risorse idriche sotterranee della Provincia di Milano - Vol. 2. Stato qualitativo delle acque anni 1990 - 1996 - 1997” e dalla scheda riepilogativa con dati aggiornati fino all’anno 2000 mostrata nella pagina (fuori numerazione) successiva alla 59.

Nella documentazione consultata l’attenzione è centrata principalmente sulla presenza nelle acque sotterranee di nitrati, composti organoalogenati, cromo esavalente ed antiparassitari la cui concentrazione, anche rispetto alla variazione nel tempo, è descritta nella prima pubblicazione da grafici e cartografie e nella scheda riassuntiva da grafici ad eccezione del cromo esavalente e degli antiparassitari, che figurano nella tabella dei valori medi annui per l’anno 2000; in base a questi ultimi gli antiparassitari risultano assenti.

I nitrati, in modesta concentrazione, possono avere un’origine naturale o derivare dall’ossidazione di sostanze organiche azotate, ma si è constatato che concentrazioni superiori a 14 mg/l sono dovute all’influsso di attività antropiche (Madison R. J., Brunnet J. O., 1985 in Beretta G. P., 1992). In particolare i nitrati di origine antropica derivano principalmente dal dilavamento delle superfici agrarie trattate con fertilizzanti azotati o soggette allo spandimento di liquami e agli scarichi reflui urbani, industriali o provenienti da impianti di depurazione. Il Comune di Bareggio rientra in un ampio settore dove è evidente il contributo dell’antropizzazione alla presenza di nitrati,

che nell'anno 2000 mostravano un valore medio di concentrazione nelle acque dei pozzi pubblici di 24.83 mg/l.

I composti organoalogenati formano una vasta categoria di sostanze utilizzate all'interno di diverse produzioni e attività, ed anche in agricoltura; tra le sorgenti puntuali figurano pozzi perdenti, cisterne interrato e sversamenti accidentali, mentre le sorgenti areali sono in generale legate all'agricoltura, e vanno considerati anche i processi di trasporto con una fase area. La presenza di composti organoalogenati negli acquiferi che sottendono il Comune di Bareggio, con concentrazioni medie di 18.5 µg/l nel 2000, sembra potersi ascrivere per una parte rilevante ad apporti provenienti da aree poste a monte rispetto al flusso di falda; lo scrivente non dispone di dati riguardo ad inquinamenti verificatisi all'interno del territorio comunale.

La presenza di cromo esavalente in concentrazioni superiori a 2-3 µg/l è in generale da attribuirsi all'attività antropica; si tratta di un composto proveniente spesso da acque di scarico di attività fra le quali figurano i laboratori galvanici, le produzioni che comportano trattamenti elettrolitici con deposito di cromo, le industrie tessili, le produzioni di vernici e smalti ecc. (v. anche Provincia di Milano, 2000 e Beretta G. P., 1992). Anche in questo caso lo scrivente non dispone di dati riguardo ad inquinamenti verificatisi all'interno del territorio comunale di Bareggio.

Il caso degli antiparassitari, assenti nel 2000, non sarà commentato.

Sul territorio comunale di Bareggio è presente un'ampia varietà di attività che sono state censite dallo scrivente nell'ambito dell'incarico complessivo assegnato, utilizzando le pratiche amministrative depositate presso l'ufficio tecnico.

Nella tabella 12 delle pagine successive le tipologie di attività sono indicate per elenco alfabetico facendo riferimento alle descrizioni riportate in ciascuna pratica.⁸ In fase di censimento sono state annotate anche le sostanze chimiche indicate nella documentazione amministrativa esplicitamente o ricavate dalla lettura delle schede di sicurezza associate a ciascun preparato. Si tratta, come si può immaginare anche considerando la tab. 12, di uno spettro molto ampio che comprende metalli e composti inorganici, idrocarburi clorurati e non clorurati, composti aromatici, fenoli, ecc.

La lista completa delle sostanze è disponibile presso l'Ufficio Tecnico, dove è depositato anche un elenco di attività cessate.

All'interno del territorio comunale è stata rilevata una contaminazione da xilene e da idrocarburi assimilati ad n-esano in seguito alla quale sono state effettuate indagini che, allo stato, non hanno portato all'individuazione certa della sorgente dell'inquinamento. In un report riassuntivo prodotto nel 2001 dalla Provincia di Milano figurano nel territorio stesso, per quanto riguarda lo xilene, 12 centri di pericolo identificati tramite sopralluoghi ma, come si è detto, l'effettiva sorgente dell'inquinamento allo stato non è identificata.

⁸ E' possibile, pertanto, che attività affini si trovino in righe distinte, ma lo scopo della tabella è solo quello di rendere la varietà delle attività stesse.

Tab. 12 (I) - Tipologie di attività presenti sul territorio comunale per elenco alfabetico delle descrizioni

Descrizione
Allestimenti fieristici
Allevamento conigli da ingrasso
Assemblaggi: elettromeccanici, accessori per auto e abitazione, apparecchiatura elettrica ed elettronica, cartotecnico e lampade elettriche conto terzi, componenti elettrici, componenti per strumenti elettrici, parti meccaniche, elettriche, elettroniche ed elettromeccaniche conto terzi, (ed affilatura di) utensili diamantati, giocattoli, oggetti vari, cartelle e raccoglitori, lampade, lampade e parti elettriche, (e) tranciatura, cernita tappi in gomma e lavorazioni di carpenteria leggera, strutture in ferro, (su misura di) tende alla veneziana, plissé e verticali, (e) immagazzinaggio e spedizione prodotti semilavorati e cerniere elettrodomestici, (e) installazione e riparazione apparecchiature elettromedicali dentali, odontotecniche ed affini.
Autocarrozzeria
Autofficina
Autolavaggio self-service
Autoriparazioni
Carpenteria: metallica, leggera, in ferro, meccanica
Carrozzeria: (e) autofficina, con forno, per riparazione autoveicoli
Cesoitura di lamiera
Coibentazioni industriali e civili
Colorazione e tranciatura film plastico
Commercializzazione: di componenti elettrotecnici, di segnaletica per interni ed esterni, (di) bacheche ed arredi, all'ingrosso di cavi elettrici, all'ingrosso di prodotti per la casa e per il giardino, all'ingrosso prodotti di confezionamento per l'industria cosmetica, all'ingrosso vini - lavorazione uva, imbottigliamento vino e deposito, combustibili solidi e liquidi, di apparecchiature per climatizzazione aria, all'ingrosso e riparazione articoli giardinaggio, mangimi e fitofarmaci, materiale elettronico, materie prime per uso cosmetico e farmaceutico, motocicli ciclomotori e scooter, riparazione e manutenzione, pneumatici autoveicoli, ricambi auto.
Composizione paste metalliche per saldatura
Compravendita e lavorazione materiali espansi
Confezionamento: abiti conto terzi, in conto terzi di prodotti diversi
Costruzioni: di parti di ricambio per macchine tessili, di presepi mobili compresi di statue e capanne, di stampi in legno per l'industria e tornitura legno, (e) riparazione di protesi dentali per mezzo di resine, metalli nobili, gessi, rivestimenti, (e) riparazione motori elettrici, pompe sommerse ed elettrotensili, (e) riparazione vetture da competizione, impianti e trattamenti termici, impianti in acciaio inossidabile, macchine per lavaggio lenti oftalmiche e componenti meccanici ed elettronici, manufatti in cemento decorativo, microinterruttori elettrici, minuterie metalliche, particolari meccanici, piccoli apparecchi elettromeccanici e lavorazione conto terzi, raccorderie e lavorazioni meccaniche, semilavorati per fabbricatori di ghiaccio, stampi, stampi in acciaio, utensili da cucina, casalinghi, articoli da arredo, assemblaggio e riparazione biciclette, (e) riparazione, manutenzione e vendita biciclette, meccaniche, edili
Decorazioni: a caldo su materie plastiche ed altri supporti, mediante impressioni a caldo

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
 Studio di consulenza geologica ed ambientale
 P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
 Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

Descrizione
Depositi: autospurghi, carni avicunicole fresche, preparate o comunque conservate per la successiva vendita ambulante, di materiale edile, di materiale edile con annessa officina per riparazioni, prodotti chimici, gelati e prodotti surgelati, inchiostri non infiammabili, laminati plastici e affini, macchine e parti di ricambio per l'edilizia e laboratorio riparazioni, materiale elettrico, materiale elettrico e idraulico, materiale per imbiancatura e verniciatura, materiali, materiali edili, materie prime e prodotto finito, mezzi di trasporto, ortofrutticolo, per attività di commercio di carattere ambulante su aree pubbliche, preliminarmente e recupero rifiuti speciali non pericolosi, prodotti chimici, prodotti ittici, temporaneo di articoli per la pulizia e l'igiene, temporaneo prodotti finiti (magneti), (e) vendita, commercializzazione ed in parte lavorazione di legname e semilavorati nonché componenti in legno per l'edilizia e fibro cemento
Distillazione alcool per produzione trimetilborato
Distribuzione: carburanti, officina, lavaggio autovetture, carburanti, lubrificazione e lavaggio autovetture
Elaborazione, sviluppo, realizzazione, edizione con sistemi manuali o informatici di dati contabili, elaborati grafici e tecnici e topografici
Elettrauto
Esposizione e riparazione autoveicoli
Fabbricazione: di valvole ed accessori per impianti antincendio, (e) installazione di macchine per la lavorazione delle materie plastiche, (e) installazione di attrezzature per la refrigerazione, molle metalliche, tappetini per computer ed altri accessori da scrivania, termometri in genere e lavorazione tubi di vetro
Fabbro
Falegnameria: falegnameria, (e) arredamenti, per serramenti in legno, serramenti e arredamenti
Finitura, preparazione e confezionamento manufatti in plastica e casalinghi
Fonderia: pressofusione lega di zinco, pressofusione metalli non ferrosi
Formulazione, miscelazione e confezionamento di cosmetici
Fresatura metalli
Fustellatura cartoni
Gestione distributori automatici
Imballaggi
Imbutitura e tranciatura della lamiera, assiemaggio di componenti di cerniere per elettrodomestici e di componenti per altoparlanti
Incisioni lastre in alluminio presensibilizzato per stampa off-set e cliché tipografici in fotopolimeri
Installazione: impianti elettrici ed idraulici, reti per la trasmissione dati
Laboratori: fotografico per sviluppo e stampa, galvanico, per il sezionamento, preparazione e confezione di prodotti avicunicoli e deposito degli stessi
Lavanderia: indumenti a secco, ad acqua di biancheria alberghiera, (e) stireria, ad umido e a secco di tessuti
Lavorazione: acciaio inox, carni di pollo e tacchino, conto terzi borse donna in pelle e materiali alta moda, del vetro in lastra e produzione di specchi, (e) taglio polistirolo espanso, (e) trasformazione materiale plastico per imballaggio, (e) trasformazione materie plastiche, lamiere (taglio e piegatura), lastre offset, marmi, materiali metallici, materie plastiche, meccanica in conto terzi, PVC e Moplen, (di) tipografia con macchine non rotative, meccaniche conto terzi, meccaniche per bullonerie, fabbricazione ed installazione di utensileria per la produzione di minuteria metallica, costruzione di macchine ed accessori per la lavorazione dei metalli, meccaniche, saldature ed assemblaggi, post fonderia su microfusi di acciaio
Lavori edili

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
 Studio di consulenza geologica ed ambientale
 P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
 Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

Descrizione
Legatoria
Litografia
Macellazione e commercio carni
Macinazione criogenica di termoplastici e micronizzazione
Magazzinaggio e movimentazione oli lubrificanti - prodotti finiti
Magazzini piccola attività artigianale/edile
Maglieria esterna
Manutenzione: impianti, impianti e consulenze, (e) riparazione e collaudi impianti carburanti
Marcatura e numerazione sigilli di sicurezza in nylon
Mensa interaziendale
Miscelazione e confezionamento detergenti per auto e imprese di pulizia
Miscelazione inchiostri ed immagazzinamento
Montaggio macchine eliografiche
Officina: meccanica, meccanica - tranciatura minuteria metallica ed assemblaggi vari, meccanica di precisione, meccanica di tornitura e fresatura di acciai, acciaio inox, ottone, meccanica per autovetture, elettrauto, gommista, lavaggio autovetture, meccanica per la riparazione di autoveicoli, meccanica riparazione veicoli, riparazione automezzi, esposizione e vendita autovetture
Onoranze funebri
Pasticceria e gastronomia
Pizzeria: d'asporto, (e) rosticceria e gastronomia
Predosatura e miscelazione additivi per l'industria della gomma
Preparazione di borse e campionatura, confezionamento di sacchetti per indumenti
Produzione: prodotti aereali, prodotti cartotecnici, articoli in legno, capi di abbigliamento, complementi di arredo e articoli da regalo, condensatori, curve in acciaio inox, apparecchiature e componenti per il condizionamento ambientale, apparecchiature pneumatiche, calcestruzzi preconfezionati e lavorazione inerti, paste adesive per il settore cartotecnico ed edilizio di interni, pezzi in acciaio, spazzole per impianti tecnici, tessuti elastici, nastri e pizzi, dispersioni pigmentarie fluide, dissalatori per acqua di mare e acqua di pozzi salmastri, produzione sterilizzatori di acqua a raggi ultravioletti, (e) commercio di materiali refrattari, (e) lavorazione materie plastiche, (e) riparazione pellicce, (ed) assemblaggio conto terzi, vendita ingrosso apparecchiature elettromedicali, gelati, impianti antincendio fissi e mobili e prodotti autoestinguenti, materie plastiche, minuteria metallica e torneria meccanica di ogni genere, modelli in ottone, oggetti di oreficeria, pitture e vernici, pizze, focacce e dolci da forno, prodotti vari di consumo non alimentari - piccoli elettrodomestici, prodotti vernicianti, protesi dentali, sacchetti di plastica mediante estrusione a caldo di granuli di polietilene, tessuti stampati con carta transfer, tubetti di cartone, vernici, vendita e commercio di quadri elettrici, elettronici, cablaggi, precablaggi, (e) costruzione elettroagitatori, (di) prodotti lubrificanti in soluzione acquosa
Progettazione: apparecchi misura ed assemblaggio componenti elettrici e meccanici, (e) costruzione stampi per zama ad iniezione, (e) realizzazione sistemi di regolazione, (e) assemblaggio, installazione, revisione e manutenzione impianti industriali e civili, elettrici, elettronici, pneumatici ed impianti tecnologici in genere, (e) costruzione e montaggio di macchine automatiche e speciali, (e) produzione e commercializzazione lampade per arredamento, (e) produzione, vendita e assistenza di apparecchi elettromedicali
Protesi dentali
Raccolta, cernita e commercio carta da macero e materiali metallurgici e materiali in legno tipo pallets

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
 Studio di consulenza geologica ed ambientale
 P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
 Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

Descrizione
Realizzazione: costruzioni metalliche leggere come armadi, porte e quadri elettrici, imballaggi in cartone ondulato, (e) commercializzazione di apparecchiature e sistemi di analisi per i processi produttivi, industriali ed ecologico ambientali, stampati litografici
Recupero e preparazione al riciclo di rifiuti solidi urbani, industriali e biomasse
Rettifica per conto terzi di parti meccaniche in acciaio
Ricambistica
Ricevimento, assemblaggio, magazzino, spedizione di ascensori e loro componenti
Rigenerazione di fusti e palets, recupero rottami ferrosi e non ferrosi (legno, plastica ecc.)
Riparazione: auto e carrozzeria, autoveicoli, autoveicoli, motocicli e commercio degli stessi, autovetture, carrozzeria autoveicoli, macchine per ufficio, macchine stradali, pompe iniezione motori diesel, schede elettroniche per macchinari industriali, veicoli in genere, auto, carrozzeria autovetture con sostituzioni pezzi e verniciatura degli stessi, meccaniche autoveicoli, moto e lavorazione conto terzi di minuteria meccanica
Rivestimento metalli e verniciatura industriale
Scarico e ricarica merce
Sistemi di trasporto automatici per interni
Smaltatura di minuteria metallica
Stampa litografica ed elaborazione computerizzata
Stampaggio: a caldo di materie plastiche, (ed) assemblaggio materiale plastico per articoli pubblicitari, materiale plastico, materie plastiche, materie plastiche e metalliche
Stamperia lamiera
Stoccaggio: di materiale in bobine o in casse, provvisorio rifiuti non pericolosi e speciali pericolosi provenienti da terzi e recupero di liquidi fotolitografici
Sviluppo/stampa materiale fotografico
Taglio: cartoni per formazione passepartouts per cornici, di nastri adesivi, (e) confezionamento capi di abbigliamento
Tappezzeria e rifacimento imbottiti
Tessitura e confezione capi di abbigliamento e maglieria
Tintoria e lavanderia a secco
Tipografia
Torneria: automatica, di manufatti metallici per conto terzi, in genere e carpenteria metallica, in lastra, meccanica
Tornitura: (e) fresatura di semilavorati meccanici, (e) fresatura di semilavorati metallici, (e) fresatura e scopi affini
Trafileria industriale
Tranciatura lamiera ferro
Trasformazione: attrezzature in acciaio inox, fogli di cartone in scatole per imballaggio
Trattamenti: galvanici su plastica per conto terzi, termici dei metalli
Triturazione plastica
Vendita: all'ingrosso e al dettaglio di materiale elettrico, moto e ricambi e riparazione delle moto stesse
Verniciatura: conto terzi, di materiali metallici con vernici a solvente organico, di mobili in legno, in polvere di materiali metallici in genere, industriale a forno, industriale in polveri su articoli di metallo e alluminio, metalli, telai di biciclette
Zincatura a caldo di materiali ferrosi

GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
 Studio di consulenza geologica ed ambientale
 P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
 Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

5. Cartografia di inquadramento

La descrizione del territorio, dettagliata ed approfondita nei paragrafi precedenti, è riassunta nelle due carte di inquadramento denominate Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e geopedologia e Carta idrogeologica e idrografica. Entrambe le cartografie sono state realizzate alla scala 1:5.000 per ingrandimento della CTR 1:10.000, al fine di massimizzare l'uso di informazione preesistenti, ed in primo luogo quelle derivanti dal Progetto di tutela ambientale del territorio comunale redatto dal dott. Franco Zavagno e quelle fornite dalla Provincia di Milano; il significativo descrittivo delle carte non è inficiato, in questo caso, dalla precisione cartografica, mentre le cartografie di sintesi e di fattibilità sono state realizzate utilizzando la carta aereofotogrammetrica alla scala 1:2.000.

I tematismi indicati nella Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e geopedologia sono quelli della tab. 1 (par. 3.3) che si riportano singolarmente nella tab. 13 (pagina successiva) omettendo il raggruppamento in classi e sottoclassi. Tre inserti contengono, rispettivamente, la sezione litostratigrafica del par. 3.1, uno stralcio della cartografia dei suoli redatta da ERSAL e citata in precedenza (v. 3.3) ed un tabella con la denominazione e lo stato di attività delle teste dei fontanili e delle risorgive.

Per una descrizione dei contenuti della carta si rimanda, in particolare, a 3.1 e 3.3 nonché a 4.2.2 per quanto riguarda i fontanili e le risorgive.

Tab. 13 - Tematismi della Carta dell'uso del suolo con elementi di geologia e geopedologia

Aree produttive
Aree produttive associate a cave attive
Aree residenziali
Colture erbacee
Prati da sfalcio
Aree verdi
Colture arboree
Orti
Boscaglie
Incolti
Derivatori e diramatori del Canale Villoresi
Testa di fontanile
Asta di fontanile
Canale scolmatore delle piene di nord-ovest
Lago di cava attiva
Lago di cava recuperato
Strade e superfici non comprese nelle altre aree

La Carta idrogeologica e idrografica mira a fornire, come il nome stesso indica, una descrizione dell'assetto idrogeologico e idrografico del territorio. Sono indicate le aree a diverso impatto, individuate sulla base di quanto indicato in 4.3.3.2 (v. in particolare il punto "Scelta dei pesi") e a diversa vulnerabilità; sono rappresentate le linee isopiezometriche e i versi di flusso, le aree di influenza dei fontanili (v. 4.3.4) le captazioni, il reticolo irriguo alimentato dal Canale Villoresi, gli attraversamenti ed alcuni elementi puntuali o lineari di interesse in relazione alle loro potenzialità inquinanti. In un inserto è indicata la distribuzione della vulnerabilità del secondo acquifero con riferimento alla griglia di valutazione utilizzata applicando il metodo SINTACS. I tematismi rappresentati sono riassunti e meglio descritti nella tab. 14; si consulti, in particolare, il cap. 4 per i dettagli.

Si è preferito non inserire una voce specifica per corpi idrici diversi dal reticolo irriguo considerato poiché essi si identificano con le aree ad impatto variabile; inoltre le aree di rispetto della captazioni, in quanto delimitate con criterio geometrico, sono state rappresentate nella Carta di sintesi ma non in quella idrogeologica.

Tab. 14 - Tematismi della Carta idrogeologica e idrografica

TEMATISMO	NOTE
Impatti potenziali (aree aggregate)	Le aree a diverso uso del suolo sono state aggregate in base all'impatto potenziale assegnato, così che la differenziazione in base allo stesso uso del suolo non è più rilevabile.
Rilevante	
Medio o medio-basso	
Variabile	
Indiretto	
Basso o trascurabile	
Distribuzione della vulnerabilità del primo acquifero	
Vulnerabilità elevata	
Vulnerabilità estremamente elevata	
Reticolo irriguo alimentato dal Canale Villorosi	
Aree di influenza dei fontanili	
Captazioni	
Pozzo pubblico approvvigionamento acquedotto	
Pozzo pubblico attivo (non ad uso potabile)	
Pozzo pubblico contaminato (non ad uso potabile)	
Pozzo privato attivo comprendente uso potabile	
Pozzo privato attivo	
Pozzo privato in disuso	
Pozzo privato cementato	
Piezometro pubblico attivo	
Piezometro pubblico contaminato	
Piezometro privato attivo	

TEMATISMO	NOTE
Piezometria settembre 2001	
Linee isopiezometriche (equidistanza 1 m)	
Versi di flusso	
Attraversamenti ed altri elementi idraulici	I canali sono strutture che attraversano il Canale scolmatore delle piene di nord-ovest portando l'acqua dei fontanili dalla zona nord a quella sud. Gli sbarramenti mobili sono strutture utilizzante anche per innalzare il pelo libero nel Canale Scolmatore, ossia il carico idraulico, allo scopo di fornire acqua di irrigazione.
Ponte	
Canale	
Tubazione	
Sbarramento mobile	
Elementi puntuali e lineari	La via di comunicazione principale è stata inserita anche in quanto interessata da un traffico di automezzi con sostanze (compresi idrocarburi leggeri ecc.) suscettibili di inquinare l'acqua. La definizione di "puntuale" è riferita al confronto con l'estensione del territorio comunale nel suo complesso.
Via di comunicazione principale (SS11)	
Impianto a rischio di incidente rilevante	
Impianto di depurazione	
Scarico dell'impianto di depurazione	
Cimitero	

Fuori dal territorio comunale le condizioni idrogeologiche e di uso del suolo sono complessivamente assimilabili a quelle del comune di Bareggio e la vulnerabilità, pertanto, si può analogamente considerare soprattutto elevata e estremamente elevata per il primo acquifero, alta ed elevata per il secondo.

6. Carta di sintesi

Nella cartografia di sintesi sono riassunti i principali temi geologico-ambientali del territorio comunale di Bareggio che formano oggetto delle norme.

Domina su tutti la condizione di rilevante vulnerabilità della falda sull'intero territorio comunale. Ai fini della gestione del rischio risultante la distinzione fra i livelli elevato e estremamente elevato del primo acquifero non è apparsa significativa, come del resto la piuttosto limitata riduzione del grado di vulnerabilità complessivo del secondo acquifero, sottoposto al primo ed in connessione con esso.

Pertanto, nella cartografia, il territorio comunale è stato individuato come zona ad elevata vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee; questa qualifica riassume già la matrice antropica del territorio comunale, della cui presenza si è tenuto conto anche nella scelta dei pesi da attribuire alle varie celle nel corso della valutazione quantitativa della vulnerabilità stessa.

Gli altri elementi individuati nella cartografia di sintesi, e di fatto sovrimposti al tema della vulnerabilità della falda sono di seguito descritti e brevemente commentati:

- Reticolo irriguo alimentato dal Canale Villoresi (derivatori e diramatori)
- Canale scolmatore delle Piene di Nord-Ovest e fasce di tutela assoluta e di attenzione ad esso associate: questo elemento di rilevanza idraulica è stato descritto in precedenza, sono indicate le fasce di inedificabilità assoluta di 41 m dall'asse del canale e la fascia di attenzione che si è ritenuto di istituire (v. 4.2.3) tenendo conto delle caratteristiche dell'opera.
- Teste, aste e aree di protezione dei fontanili: sono state individuate le teste e le aste dei fontanili, nonché le aree di protezione definite su base idrogeologica in 4.3.4. Queste ultime

sono state tradotte in zone più facilmente individuabili e gestibili rispetto alle perimetrazioni della Carta idrogeologica e idrografica, mantenendo però gli obiettivi di tutela. Nella zonizzazione del territorio in classi di fattibilità delle azioni di Piano sono state introdotte, accanto a quelle descritte, zone di protezione assoluta.

- Captazioni pubbliche e relative fasce di rispetto: sono individuati i pozzi pubblici di alimentazione dell'acquedotto e le fasce di rispetto individuate dal CAP.
- Riserva del Fontanile Nuovo: è indicata l'area della riserva, soggetta alla normativa approvata dalla Provincia di Milano che ne rappresenta l'Ente gestore.
- Bacino estrattivo e laghi di cava: è indicato il bacino estrattivo definito nel Piano Cave attualmente vigente. Per i laghi di cava non si è ritenuto di stabilire una normativa specifica e separata, già in gran parte dettata dalle norme del Piano Cave e dai progetti di recupero associati alle attività estrattive; è stata però introdotta una norma generale di protezione, estesa a qualsiasi scavo dovesse giungere ad intercettare la falda, tesa a proteggere dalla contaminazione la falda stessa e i bacini derivanti dal suo affioramento.

7. Carta di fattibilità delle azioni di Piano e scelte normative

Gli aspetti e le problematiche emerse nella fase di analisi e di sintesi hanno guidato la redazione della Carta di fattibilità delle azioni di Piano e la stesura della normativa. Complessivamente il territorio comunale di Bareggio è caratterizzato principalmente dal tema

dell'acqua, sia in termini di risorse idriche sotterranee, che richiedono una adeguata tutela qualitativa e quantitativa, sia in termini di acque superficiali, ed in particolare del reticolo irriguo e del Canale Scolmatore delle piene di Nord-Ovest, sia per quanto riguarda emergenze di particolare rilevanza, come i fontanili, sia infine per aspetti peculiari come l'interazione fra falda e strutture, la presenza dei bacini di cava e la segnalazione di fenomeni di inquinamento e centri di pericolo. Questo aspetto emerge anche dalla lettura della Carta di Sintesi, ripresa nella Carta di fattibilità con le modifiche ritenute necessarie ad acquisire un miglior grado di tutela. Alcuni poligoni caratterizzati da specifiche condizioni di rischio ed intersecanti altri poligoni sono stati considerati sovrapposizione dei primi, anziché procedere ad un frazionamento che avrebbe in pratica raddoppiato il numero di classi e dato origine ad aree anche piccolissime senza alcun vantaggio in termini di pianificazione. Pertanto con apposite simbologie sono indicati i perimetri delle classi 3G (Zona di rispetto delle captazioni pubbliche ad uso idropotabile) e 3L (Fascia di attenzione del Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest) che attraversano aree attribuite ad altre classi, intendendosi con ciò che queste ultime possono ulteriormente suddividersi in zone all'interno delle quali vigono le condizioni che hanno determinato l'istituzione della classe 3G e della classe 3L. In tali zone, pertanto, in aggiunta alle norme della classe di appartenenza, si applicano anche quelle relative alle due classi citate, come precisato nella normativa.

Il sistema dei fontanili è stato considerato nella sua natura di elemento contemporaneamente idrogeologico, idrologico/ambientale e culturale prevedendo un regime normativo volto, principalmente, a garantire uno "spazio vitale" a queste emergenze paesistiche, considerate nella loro interezza come insieme teste/aste, e promuovere la loro conservazione ed il loro recupero. Inevitabilmente, perciò alcune norme assumono una valenza più ampia di quella prettamente geologica, richiesta dalla lettura integrata dei fontanili come elementi complessi inscindibili in singole componenti.

Si è mirato a introdurre una tutela del territorio principalmente attraverso un sistema di vincoli ritenuti essenziali, di studi idrogeologici integrativi per alcune categorie di interventi, volti a definire le problematiche da affrontare e risolvere in sede di progetto e da affiancare agli studi geotecnici necessari, di semplici dichiarazioni per altri interventi ritenuti meno pericolosi e di notifiche per migliorare il controllo di attività che, più di altre, possono determinare una contaminazione del suolo, del sottosuolo o delle acque sotterranee. Si è inoltre cercato di evitare duplicazioni o sovrapposizioni fra la normativa individuata e quella sovraordinata al livello comunale ritenuta garantire già un adeguato regime di tutela, come ad esempio il D.M. 471/99 per gli eventi che causano o possono causare un inquinamento del suolo, del sottosuolo o della falda e di evitare di determinare una lettura in chiave burocratica della normativa geologica.

Il regime fondamentale di gestione del territorio è indotto dalla vulnerabilità degli acquiferi e dalla scarsa soggiacenza della falda, nonché dalla presenza di elementi di rilevanza paesistico/ambientale e del reticolo idrografico; la classe che prima di tutto riflette queste caratteristiche generali (3A) occupa la maggiore estensione nel territorio comunale, e comprende norme riprese in tutte le altre classi che, in definitiva, costituiscono specializzazione di questa.

Le singole aree saranno ora descritte con riferimento anche ai principali tratti del regime normativo previsto.

- Classe 3A - Zone ad elevata vulnerabilità delle risorse idriche con aree a ridotta soggiacenza della falda ed elementi idrologici e idrogeologici anche di valore paesistico ed ambientale. Questa classe rappresenta, in pratica, la condizione territoriale di base per l'intero comune e ne detta il regime fondamentale di gestione; ad essa si sovrappongono singoli elementi che richiedono una normativa specifica la quale, in generale, richiama gli articoli relativi alla classe 3A. L'attribuzione alla categoria 3 è giustificata principalmente dall'elevata vulnerabilità della falda, di cui si è detto in precedenza, connessa a una

soggiacenza piuttosto ridotta, specie nella porzione meridionale del territorio comunale. L'art. 1 richiama l'attenzione sul problema dell'interazione fra falda e strutture, regolamentando anche l'uso di eventuali vani interrati o seminterrati e prevedendo opportune verifiche su eventuali sistemi di allontanamento dell'acqua dagli stessi. L'art. 2 stabilisce la necessità di studi integrativi di tipo idrogeologico per le attività o gli impianti che facciano uso di sostanze pericolose, in relazione alla possibilità di contaminazione della falda, con definizione delle problematiche da affrontare e risolvere in sede di progettazione; è inoltre vietato, salvo quando esplicitamente consentito dalla legge, realizzare strutture contenenti potenziali contaminanti che risultino sommerse in qualche punto e, infine, si richiamano le garanzie da fornire sulla tenuta di serbatoi, condotte ecc. utilizzando le tecnologie disponibili e procedendo, se possibile, all'adeguamento degli impianti esistenti. Nell'art. 3 si introduce l'obbligo di segnalazione della cessazione o del trasferimento di attività che fanno uso di sostanze pericolose, allo scopo di permettere alla P.A. di controllare con maggiore efficienza lo stato del territorio ed eventualmente procedere ai controlli di pertinenza. Nell'art. 4 si afferma il divieto di tombinatura dei sistemi alimentati da fontanili e risorgive, allo scopo di conservare sin dal livello fondamentale queste emergenze la cui importanza storica e paesistica è già stata rimarcata. Nell'art. 5 si richiama la D.G.R. n° 7868 del 25.01.2002 e si introduce una norma-base di assetto idraulico, diretta ad attirare l'attenzione sulla prevenzione delle possibili conseguenze negative indotte da interventi sul reticolo idrografico, anche a distanza dal punto di esecuzione di questi ultimi. Nell'art. 6 si formulano raccomandazioni per la realizzazione delle captazioni di acque sotterranee, che non devono interferire negativamente con il sistema di fontanili né se possibile, per quelle ad uso non potabile, spingersi nell'acquifero captato dai pozzi pubblici. Nell'art. 7, infine, si richiamano le norme della classe 3G e 3L con riferimento alla premesse

dell'intera normativa (v. pag. 68). Questa condizione, comune anche ad altre fasce, non sarà per brevità più richiamata.

- Classe 3B - Zone di rispetto dei fontanili e delle risorgive e della Riserva Naturale del Fontanile Nuovo. Queste aree costituiscono la traduzione in classe di fattibilità delle zone di protezione delle teste dei fontanili o nelle risorgive. Queste ultime sono definite arealmente (art. 8) con riferimento alla Carta di sintesi ai soli fini di applicabilità dello strumento normativo, evitando così le difficoltà di una definizione di tipo fisico che avrebbe comportato inevitabilmente confini non univoci. Dopo i richiami alle norme della classe precedente che restano valide (art. 9), si stabilisce (art. 10) che per alcuni tipi di interventi ritenuti meno impegnativi o a rischio (tenendo anche conto delle previsioni di legge o contenute nella normativa della componente geologica del P.R.G.) debba essere prodotta una semplice dichiarazione di non interferenza negativa con il sistema teste/aste, mentre per altri dovrà essere prodotta apposita relazione idrogeologica. Tra questi vi sono: a) le nuove costruzioni ad uso non esclusivamente residenziale (esclusi gli accessori, che rientrano nel caso precedente) e gli ampliamenti non finalizzati ad adeguamenti igienico-sanitari; b) gli scavi di estensione superiore a 50 m² che possono intercettare la falda (scavi di area inferiore o uguale, corrispondenti ad un quadrato di poco più di 7 m di lato, sono stati ritenuti ridotti, comuni ed assoggettati a dichiarazione, tenendo conto della tutela già offerta dalle norme sanitarie ed ambientali esistenti; non è stato fatto riferimento al volume in quanto la profondità è di solito contenuta, mentre scavi di rilevante profondità sono in generale associati a cave, assoggettate ad un regime proprio); c) le grandi aree di parcheggio (superficie > 500 m², d) le infrastrutture stradali e tecnologiche pubbliche in quanto interventi normalmente di livello almeno comunale e di maggiore rilevanza.

- Classe 3C - Zone prioritarie di tutela delle aste dei fontanili e delle risorgive (zone di protezione). Dopo aver introdotto nell'art. 12 una definizione di asta ed aver richiamato nell'art. 13 le norme della classe 3A applicabili anche a quella considerata si definiscono nell'art. 14 gli interventi edilizi ammessi differenziandoli per le zone dentro e fuori il centro edificato e distinguendo, per queste ultime, il caso di edificato già esistente e continuo e quello per cui questa condizione non sussiste. I vincoli sono diretti a controllare o impedire l'edificazione a ridosso delle aste dei fontanili e delle risorgive, che ne comporta inevitabile un degrado ambientale e paesistico; si stabilisce, come unica eccezione alle restrizioni, il caso delle opere pubbliche non altrimenti localizzabili che comunque dovranno prevedere specifiche misure di tutela e recupero, configurandosi le eventuali alterazioni introdotte sostanzialmente come una situazione temporanea. Nell'art. 15 sono definite norme di tutela delle fasce di vegetazione che accompagnano lo sviluppo delle aste dei fontanili e infine, nell'art. 16, si introducono dichiarazioni di assenza di danni al sistema teste/aste per gli interventi ammessi.
- Classe 3D - Fasce di rispetto del reticolo irriguo alimentato dal Canale Villoresi. Si richiamano (art. 18) i pertinenti articoli di normativa e, nell'art. 19, gli adempimenti previsti dalla D.G.R. n°7868 del 25.01.2002 e dal R.D. 523/ 1904.
- Classe 3E - Zone prioritarie di tutela delle aste dei fontanili e delle risorgive con fasce di rispetto del reticolo irriguo alimentato dal Canale Villoresi. Sono aree dove si sovrappongono le zone e le fasce anzidette; l'unico articolo (art. 21) richiama la normativa introdotta o sovraordinata stabilendo che debbano essere applicate le indicazioni più restrittive.

- Classe 3F - Fascia di rispetto del reticolo irriguo alimentato dal Canale Villoresi entro la Riserva Naturale del Fontanile Nuovo. Si tratta di aree dove le fasce considerate si sovrappongono al perimetro della Riserva; anche in questo caso l'unico articolo (art. 22) richiama la normativa introdotta o sovraordinata stabilendo che debbano essere applicate le indicazioni più restrittive.
- Classe 3G - Zone di rispetto delle captazioni ad uso potabile. Nell'unico articolo (art. 23) di richiamano le norme del D. Lgs. 152/1999 e del D.Lgs. 258/2000. Queste norme sono applicate anche alle classi sulle quali la 3G si sovrappone ed è quindi sufficiente, per quest'ultima, la loro specificazione, valendo automaticamente anche gli articoli delle altre classi citate, ed ottenendosi quindi una tutela del territorio che comprende tutti i fattori di rischio individuati.
- Classe 3H - Riserva Naturale del Fontanile Nuovo. L'unico articolo (art. 24) rimanda alla delibera istitutiva dell'area protetta ed al piano di gestione, in quanto considerati strumenti in grado di assicurare una tutela specifica. Trattandosi di area agricola ed essendo implicita la tutela del Fontanile Nuovo si è fatto inoltre richiamo solo all'art. 6. La Riserva è ulteriormente tutelata dalla zona in classe 3C presente al suo esterno.
- Classe 3I - Bacino estrattivo. Trattandosi di area normata da strumenti sovraordinati a quelli comunali si è fatto innanzi tutto riferimento ad essi (art. 25, comma 1) stabilendo in ogni caso che, quando non in contrasto con le norme degli strumenti citati, valgano quelle generali di trasformazione e tutela del territorio (articoli da 1 a 6 compresi) valide per la classe 3A, relative a condizioni esistenti anche nell'area del bacino estrattivo.

- Classe 3L - Fascia di attenzione del Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest. Come specifica l'art. 26 (comma 1) la fascia costituisce ambito prioritario per la redazione e l'attuazione del Piano di Protezione Civile a scala comunale contenente una struttura idraulica di rilevanza provinciale e regionale. Si danno indicazioni su alcuni degli strumenti da utilizzare per ridurre il rischio idraulico. Anche in questo caso le norme sono applicate anche alle classi sulle quali la 3L si sovrappone, ottenendosi una tutela del territorio che comprende tutti i fattori di rischio individuati.
- Classe 4A - Fascia di rispetto assoluto del Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest. E' stabilita nell'art. 27 la vincolistica tipica delle classi 4 di fattibilità delle azioni di Piano, specializzata al caso in esame. Attraverso l'art. 28 sono tutelati gli elementi e le aree compresi nella classe 4A con riferimento alle caratteristiche del territorio all'interno in questa classe. Anche la classe 4A è, naturalmente, ambito prioritario per la redazione e l'attuazione del Piano di Protezione Civile a scala comunale (art. 27, comma 2).
- Classe 4B - Zona di tutela assoluta delle captazioni pubbliche ad uso potabile. Sono richiamate (art. 30) le norme del D.Lgs. 152/1999 come modificato e integrato dal D.Lgs. 258/2000.
- Classe 4C - Teste dei fontanili e risorgive. Nell'art. 32 si introduce una norma di tutela assoluta ammettendo unicamente gli interventi di conservazione e recupero delle teste e delle aste dei fontanili e delle risorgive, individuati attraverso studio specifico, con l'unica eccezione di interventi consentiti da norme sovraordinate al P.R.G. Allo scopo di tutelare le caratteristiche idrologiche e idrochimiche dei fontanili e delle risorgive è vietata l'immissione nelle teste, elemento strategico per il sistema, di acque di altra provenienza (che in generale sono derivate dal reticolo irriguo ed hanno caratteristiche assai differenti dalle

acque di falda e possibili carichi inquinanti) ed impone l'eliminazione di quelle esistenti in un tempo congruo a trovare soluzioni ad alcune situazioni che possono rendere problematico l'intervento di rimozione.

- Classe 4D - Zona di tutela assoluta delle teste dei fontanili e delle risorgive. Si applicano (art. 33, comma 1) norme di tutela assoluta per le quali sono ammessi unicamente interventi di conservazione, e recupero delle teste dei fontanili, il mantenimento delle normale pratiche colturali e la cura del verde, nonché manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti infrastrutturali e tecnologiche esistenti con conservazione integrale delle caratteristiche delle teste e delle aste dei fontanili. Fanno unica eccezione gli interventi consentiti da norme sovraordinate al P.R.G. e di quelli per la realizzazione di opere pubbliche non altrimenti localizzabili, che devono prevedere comunque misure di tutela e recupero.

Il Comune di Bareggio disporrà della componente geologica del P.R.G. in versione informatizzata, così che sarà possibile produrre stampe degli elaborati cartografici anche a scale maggiori di quelle del materiale su supporto cartaceo.

Morbegno, luglio 2003

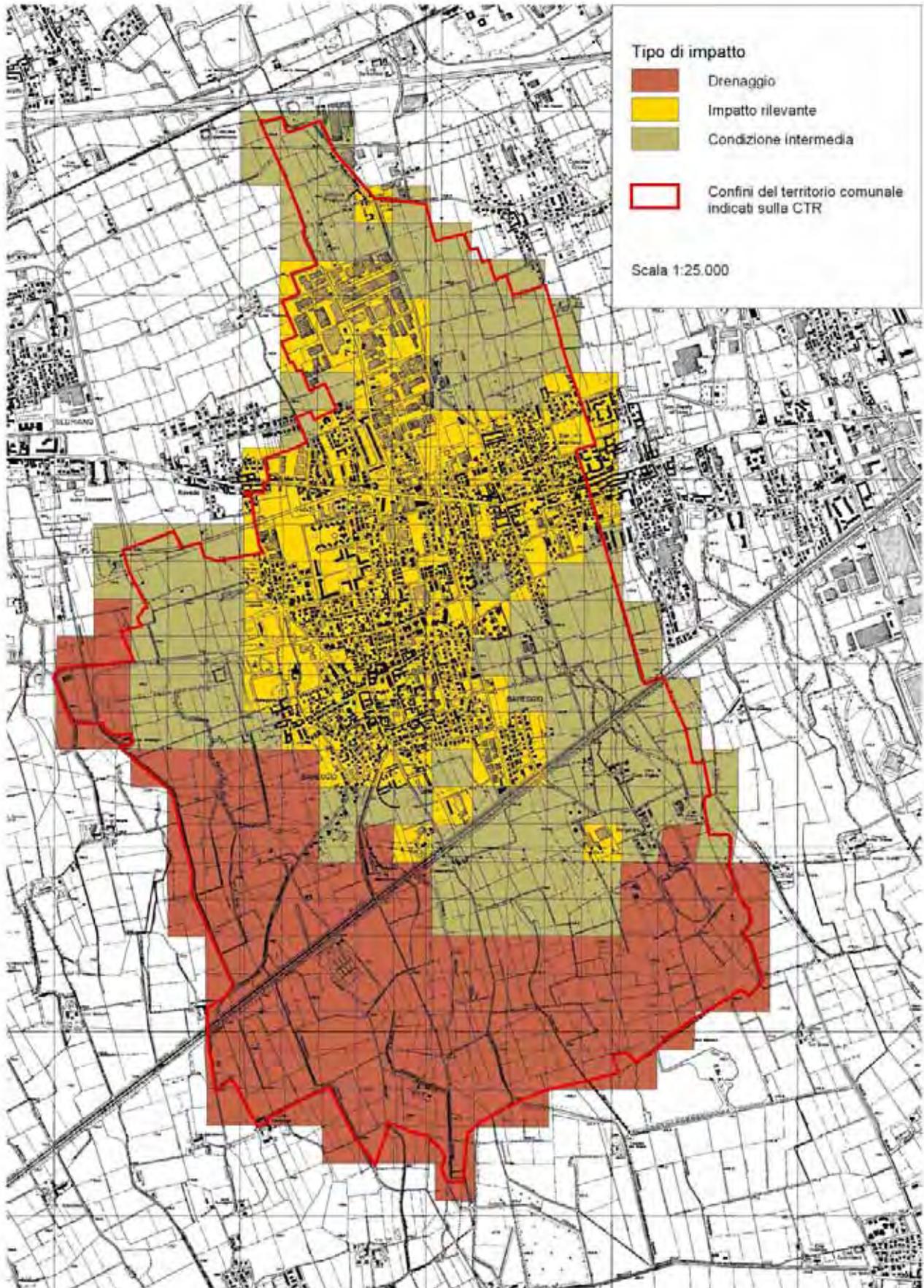
il professionista incaricato dott. Enrico Cameron

Ringraziamenti

Lo scrivente desidera ringraziare per la fattiva collaborazione e le informazioni tecniche: il Settore Tecnico del Comune di Bareggio, con particolare riferimento al dirigente del servizio Arch. Candiani, all'Ufficio Ecologia nelle persone dell'ing. Daniela Benetti, e della sig.ra Assunta Malaggi, all'Ufficio Attività produttive nelle persone della sig.ra Armanda Ferron e della sig.ra Giuliana Labria; il dott. Franco Zavagno il cui studio ambientale ha costituito valido supporto per la definizione della vulnerabilità degli acquiferi alla scala del territorio comunale; la Provincia di Milano ed in particolare la dott.ssa Cristina Arduini e la dott.ssa Fiammetta Di Palma del Sistema Informativo Falda, il dott. Rodolfo Ferrari del Settore acque superficiali e servizi idrici, il dott. Maurizio Bogani dell'Ufficio Acque Superficiali; l'Osservatorio Meteorologico di Milano Lorenteggio nella persona del dott. Gianfranco De Gaetani; il Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi ed in particolare il geom. Mantoan ed il geom Passerini; il Consorzio Acque Potabili ed in particolare il dott. Maurizio Gorla; l'Ente Regionale Sviluppo Agricolo della Lombardia e soprattutto il dott. Carlo Riparbelli ed il Parco Agricolo Sud Milano nelle persone della dott.ssa Maria Pia Sparla e della dott.ssa Marzia Cont.

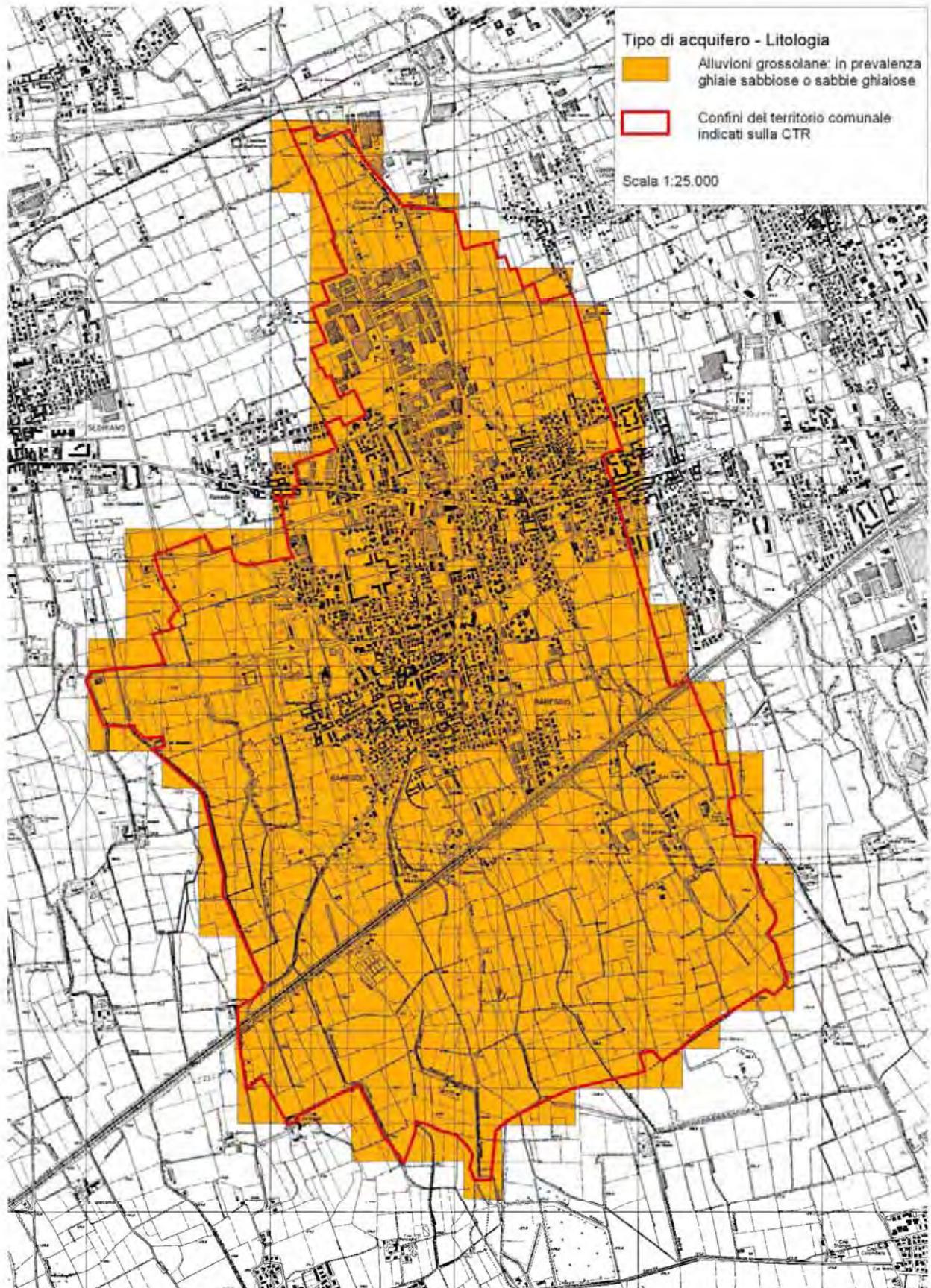
GeoStudio di Cameron Dott. Enrico
Studio di consulenza geologica ed ambientale
P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

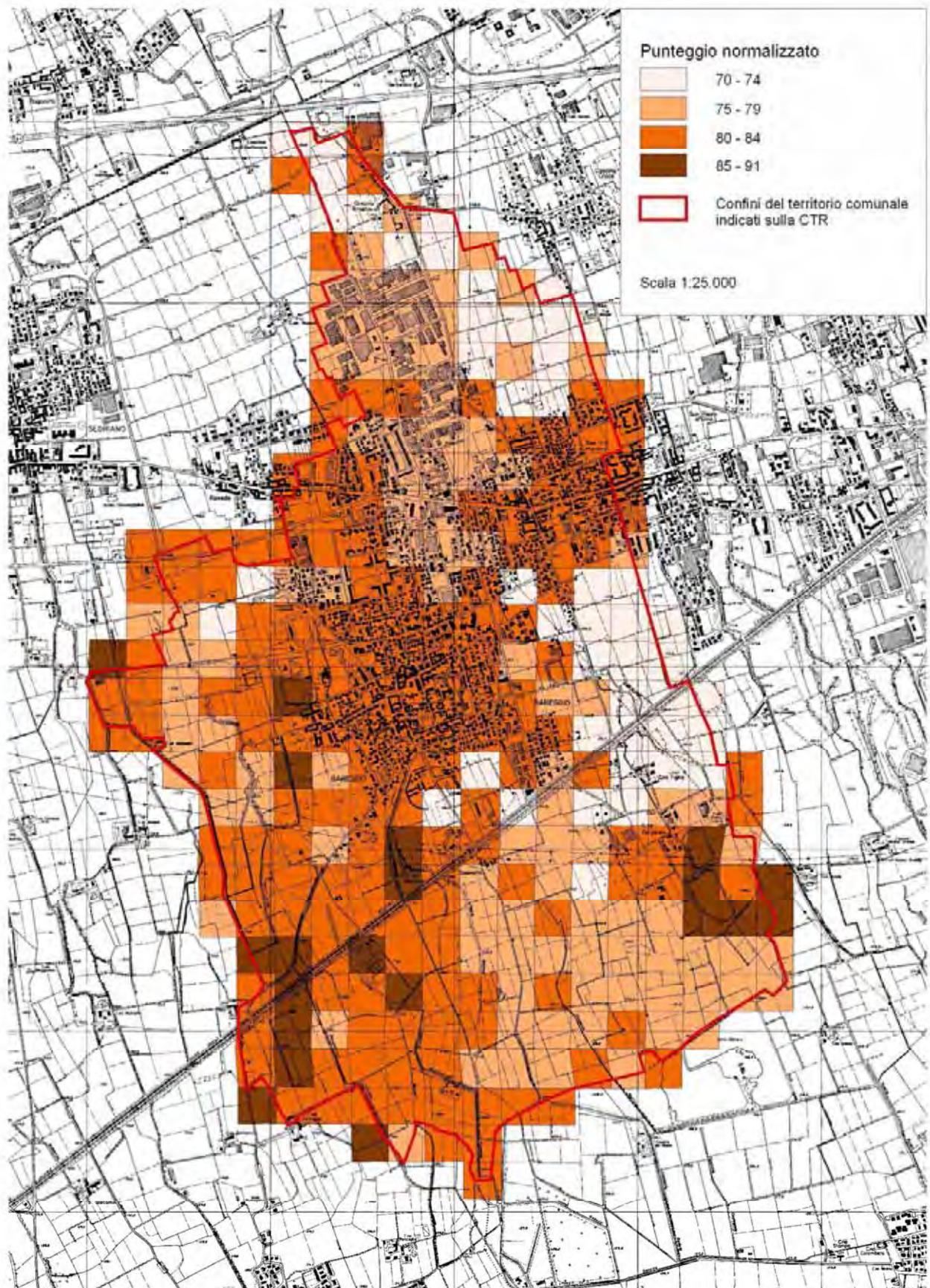
Il professionista

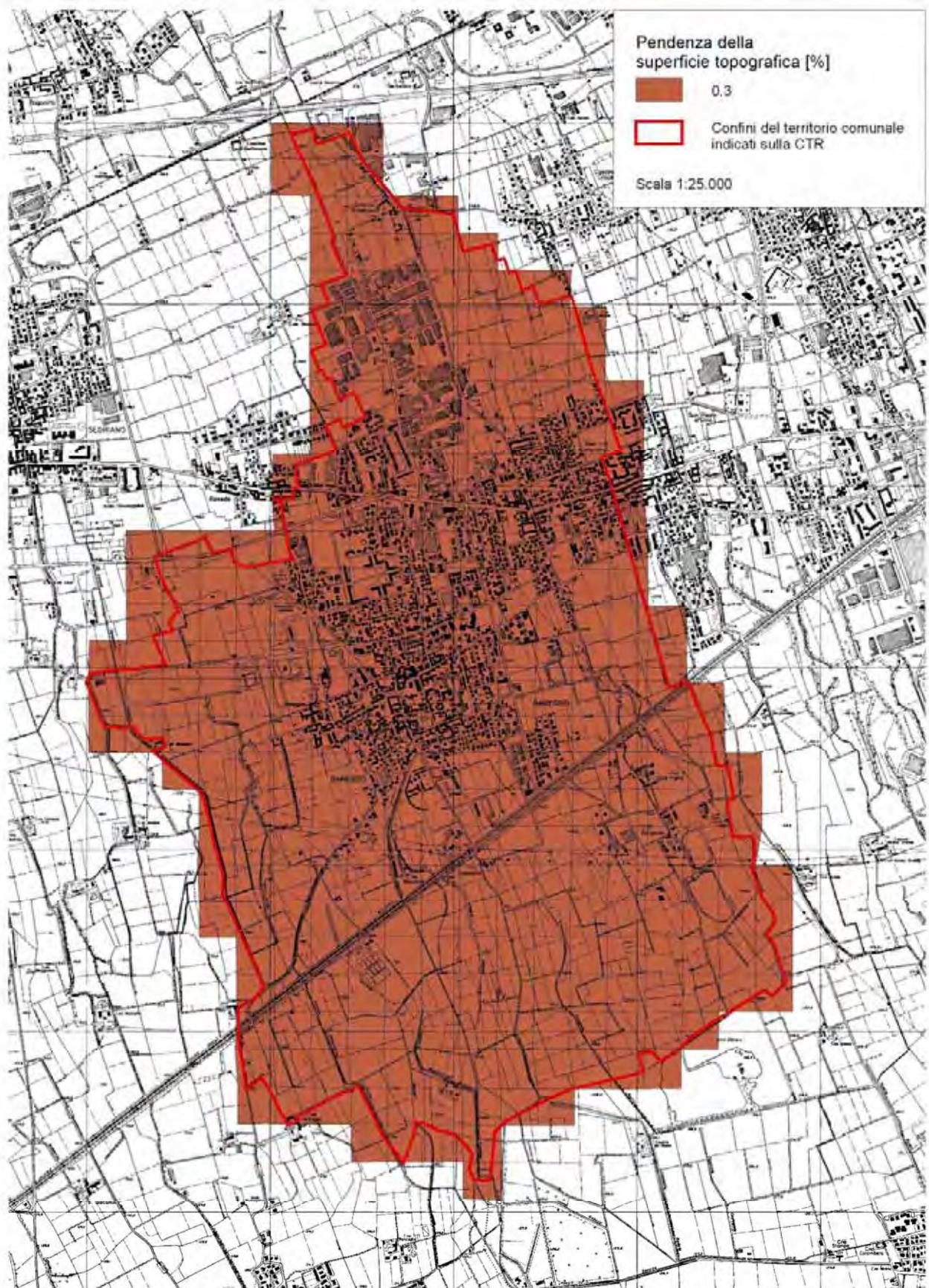


P.zza S. Antonio 15 - 23017 Morbegno (SO) - Tel./Fax: (0342) 615987 - C.F. e P. IVA: 00809650146
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista

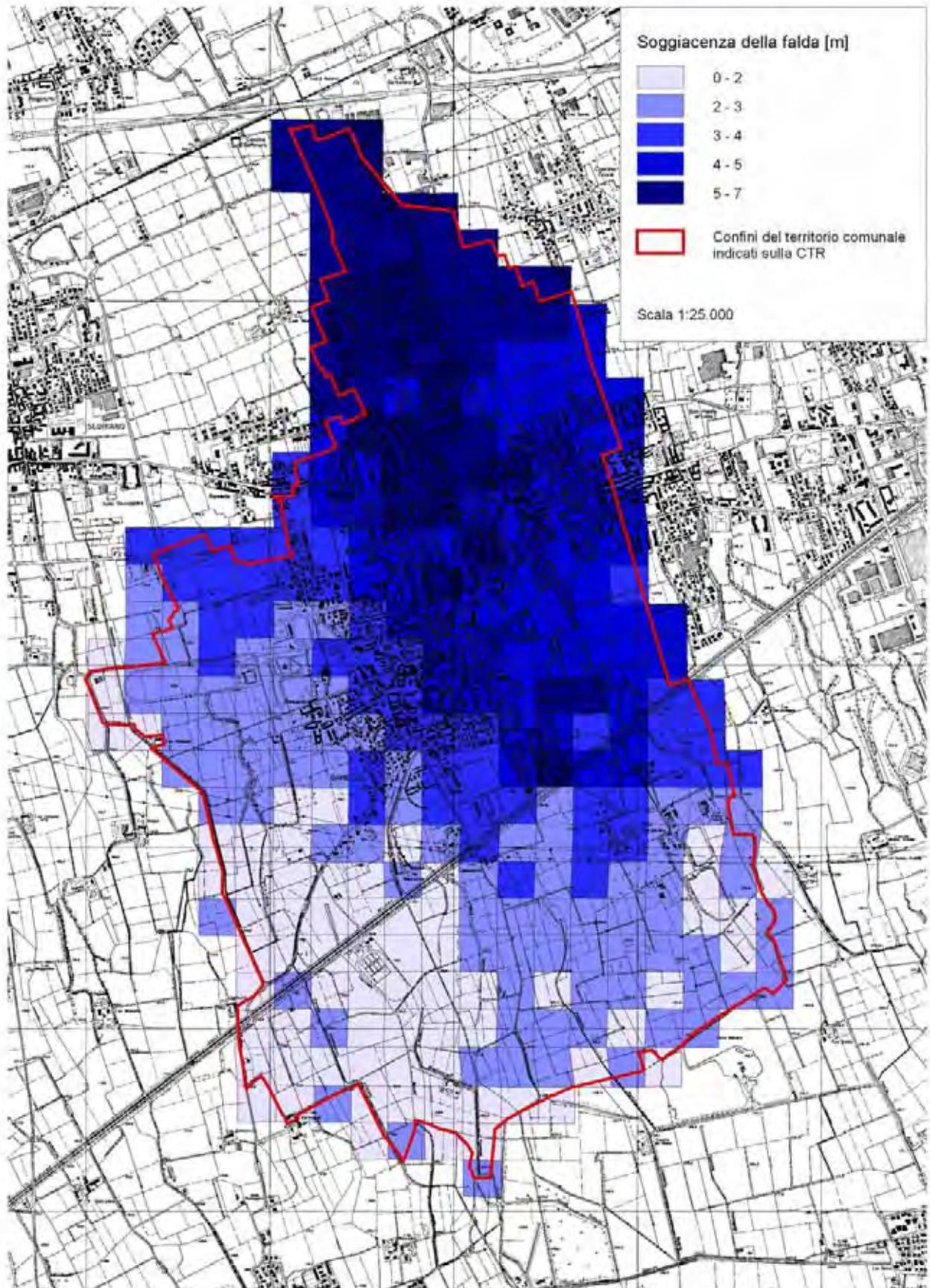






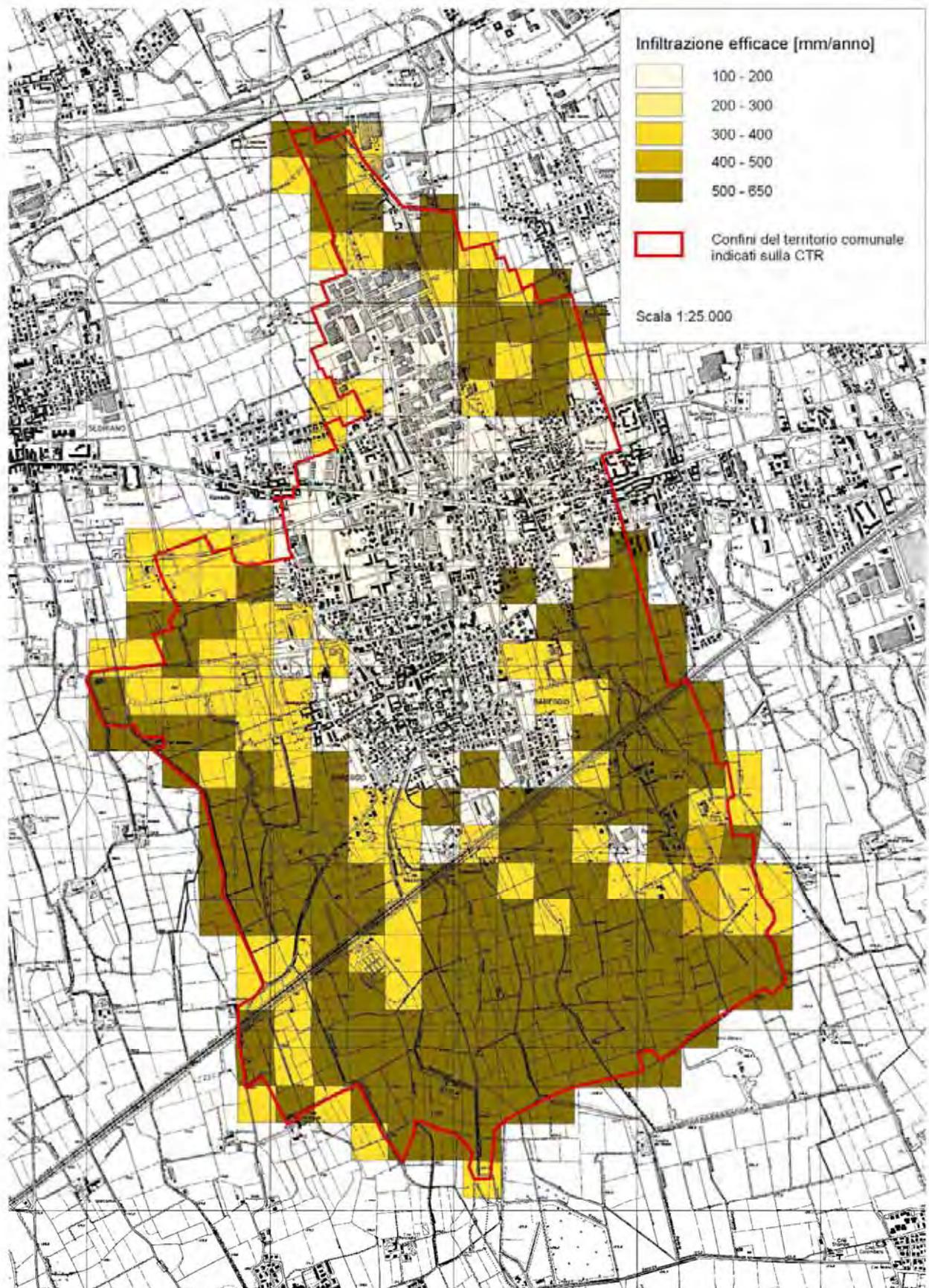
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista



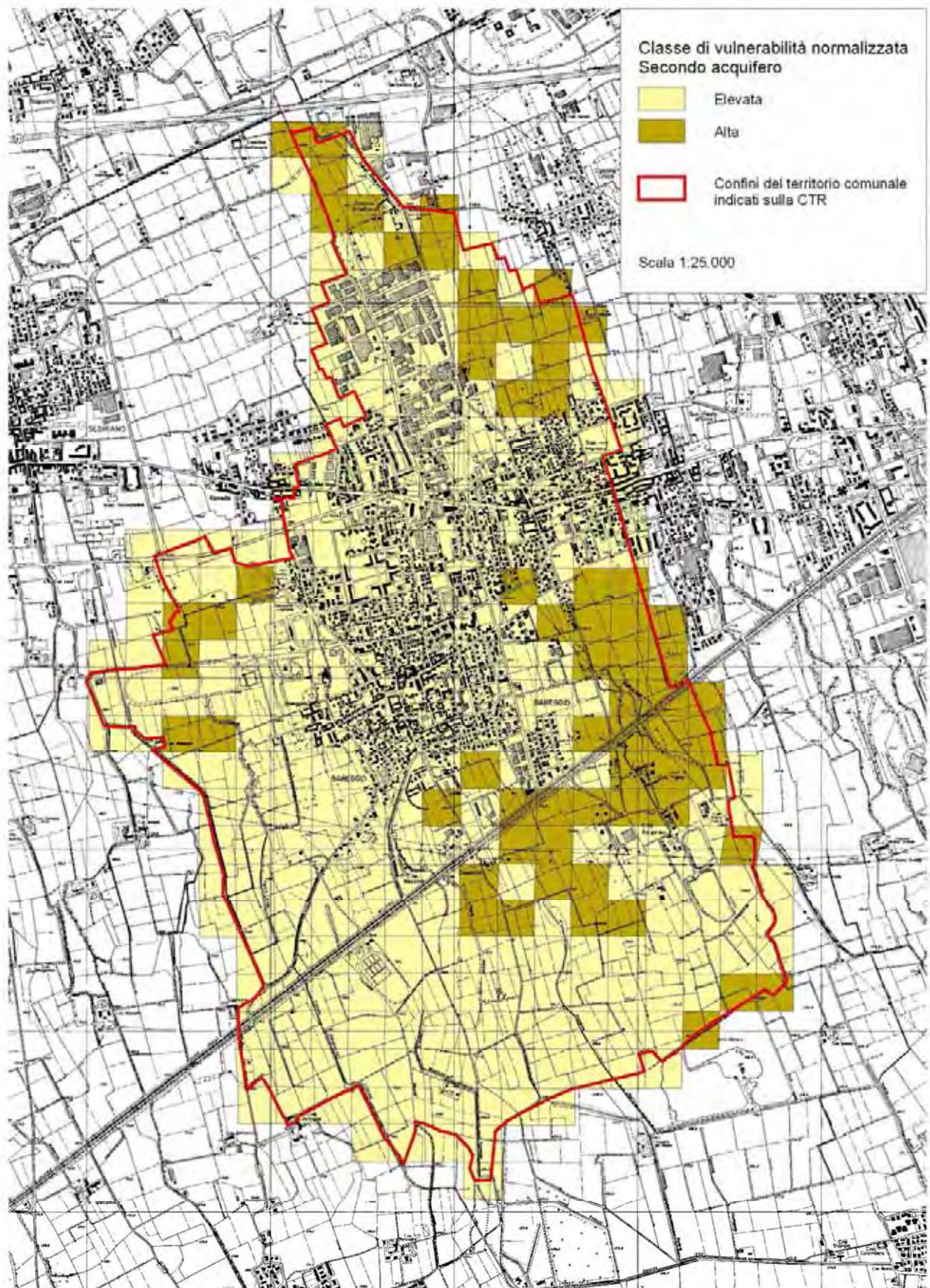
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista



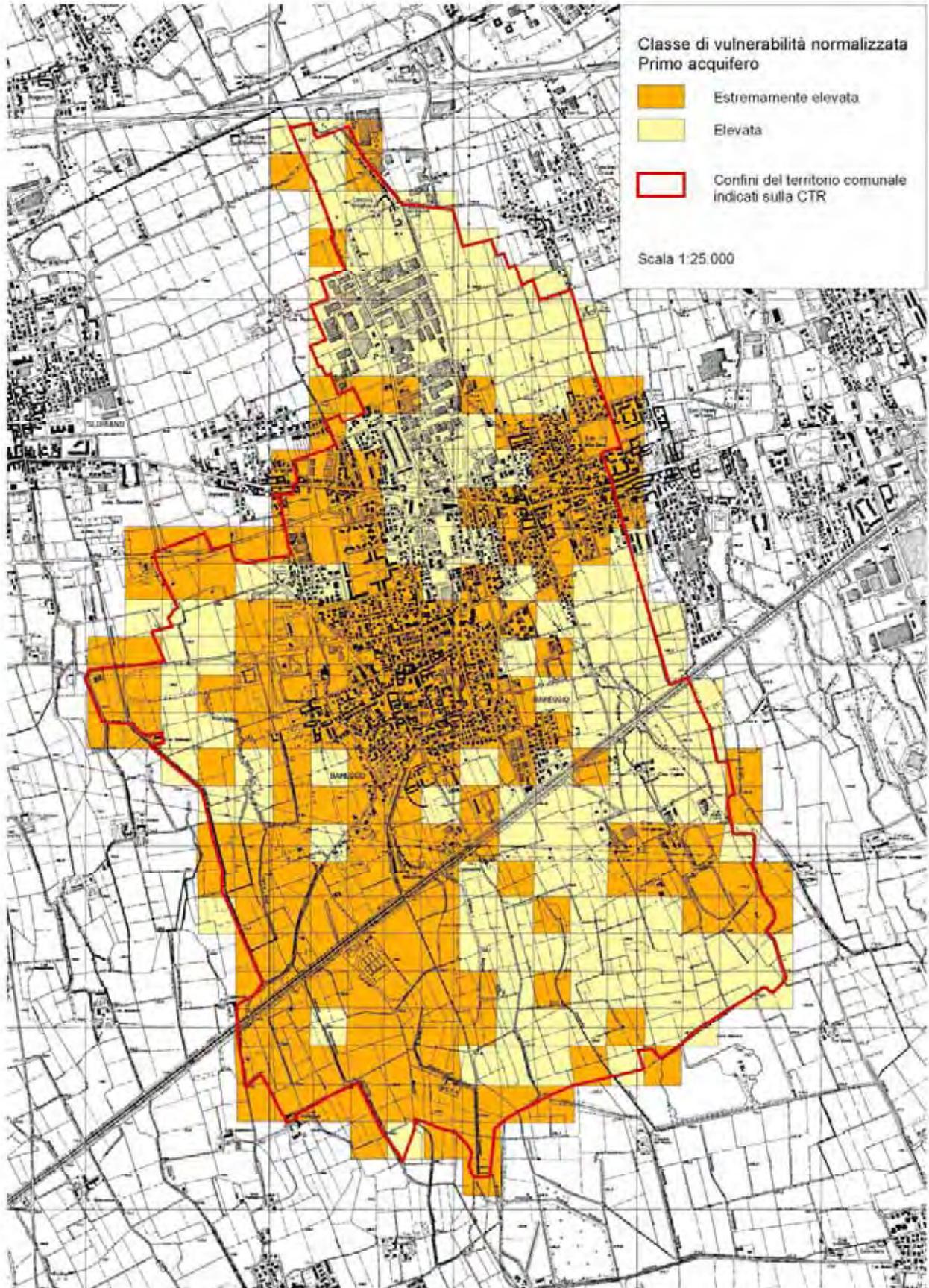
Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista



Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista



Iscrizione all'Ordine dei Geologi della Lombardia dott. Cameron n°896

Il professionista