



Parco Pineta

di Appiano Gentile - Tradate

CONSORZIO PARCO DELLA PINETA DI APPIANO GENTILE E TRADATE

Sede: 22070 Castelnuovo Bozzente (CO) - Via Manzoni, 11

**STUDIO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO
DEL PARCO PINETA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sommario

0. PREMESSA.....	4
1. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA.....	5
2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	7
2.1 TEMPERATURA	8
2.2 PRECIPITAZIONI E REGIME PLUVIOMETRICO	9
2.3 EVAPOTRASPIRAZIONE POTENZIALE.....	13
3. DEFINIZIONE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO DEL PARCO... 15	
3.1 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E NOTE SULLA PEDOLOGIA	15
3.2 IDROGRAFIA	18
3.2.1 Caratteristiche generali.....	18
3.2.2 Bacini idrografici.....	18
3.3 IDROGEOLOGIA.....	20
3.3.1 Caratteristiche generali.....	20
3.3.2 Classificazione delle unità idrogeologiche	21
3.3.3 Caratteri piezometrici del primo acquifero principale.....	24
3.3.4 Individuazione dei bacini idrogeologici.....	25
4. VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO	27
4.1 PRINCIPI GENERALI DEL METODO BASE GNDCI.....	27

4.2	VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITÀ INTRINSECA	27
4.3	VULNERABILITÀ “INTEGRATA”	30
5.	BILANCIO IDROGEOLOGICO	32
5.1	METODOLOGIA	32
5.2	IMPOSTAZIONE DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO	34
5.2.1	Il metodo del Curve Number (SCS CN)	35
5.2.2	Il metodo empirico Davis – Wilson	37
5.3	BILANCIO IDROGEOLOGICO	39
5.3.1	Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 1	40
5.3.2	Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 2	42
5.3.3	Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 3	44
5.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	45
6.	SINTESI CON INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI CRITICHE	47
7.	DESCRIZIONE DELLE CARTOGRAFIE PRODOTTE	51
7.1	CARTA IDROGEOLOGICA	51
7.2	SEZIONI IDROGEOLOGICHE	52
7.3	CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI	53
7.4	CARTA DI SINTESI	54
8.	CONCLUSIONI E CRITERI PER LA TUTELA	56
	DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA	56
8.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUI RISULTATI DELLO STUDIO	56
8.2	CONTENUTI PARTICOLARI DELLO STUDIO	57
8.3	MONITORAGGIO DEI DATI DI INTERESSE	58
8.4	CRITERI GENERALI DI TUTELA DELLA RISORSA IDRICA	58
8.5	PRIORITÀ DI INTERVENTO	59
	BIBLIOGRAFIA.....	62

Allegati

- AII. 1** Elenco pozzi e sorgenti
- AII. 2** Ubicazione e interpretazione prove di permeabilità
- AII. 3** Elenco centri di pericolo
- AII. 4** Bilancio idrogeologico
- AII. 5** Dati pluviometrici

Tavole

- Tav. 1a / 1b** Carta idrogeologica, scala 1:10.000
- Tav. 2** Sezioni idrogeologiche, scala 1:25.000
- Tav. 3a / 3b** Carta della vulnerabilità degli acquiferi, scala 1:10.000
- Tav. 4a / 4b** Carta di sintesi, scala 1:10.000

Lavoro svolto con la collaborazione di:

Dott. Geol. Gianbattista Fianza

0. PREMESSA

Il Consorzio Parco della Pineta di Appiano Gentile e Tradate, con determina n. 61 del 28/10/08, ha affidato al Dott. Marco Parmigiani la redazione di uno studio idrogeologico del territorio del Parco, esteso alle aree limitrofe ad esso direttamente connesse.

Lo studio costituisce una fase del Piano di Settore "Tutela geologica ed idrogeologica", previsto dall'Art. 7 delle N.T.A. del P.T.C., e mette a disposizione dell'Ente Parco uno strumento tecnico di supporto decisionale per:

- l'esercizio delle azioni di tutela delle acque sotterranee sia in termini qualitativi che quantitativi, come anche indicato dall'Art. 21 delle citate N.T.A. del P.T.C.;
- l'espressione dei pareri di competenza relativamente alle nuove richieste di concessione di derivazione, in attuazione del comma 3 dell'Art. 21 delle N.T.A. del P.T.C.

L'area oggetto di studio si estende per un totale di circa 50 Km² e comprende:

- la zona SE della Provincia di Varese (Comuni di Vedano Olona, Venegono Sup., Venegono Inf. e Tradate);
- la zona SW della Provincia di Como (Comuni di Binago, Beregazzo con Figliaro, Oltrona San Mamette, Castelnuovo Bozzente, Appiano Gentile, Veniano, Lurago Marinone, Limido Comasco, Mozzate, Carbonate e Locate Varesino).

La presente relazione illustra i contenuti affrontati nelle diverse fasi successive dello studio, come previsto dal disciplinare di incarico, e costituisce pertanto relazione conclusiva dello studio.

1. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

Lo studio si basa sull'acquisizione di dati esistenti relativi alle tematiche idrogeologiche, ai dati meteorologici, a dati tecnici e di portata dei pozzi di interesse e tiene debitamente conto degli studi di base disponibili presso i Comuni interessati, le Province e le Autorità d'ATO provinciali.

Pertanto lo studio costituisce, in modo contestualizzato, una mappatura ed un database informativo relativo alle derivazioni (pozzi pubblici e privati), ai principali scarichi idrici, alle criticità ambientali e ai centri pericolo attualmente presenti all'interno del territorio del Parco e/o compresi in un intorno territoriale di significativa estensione.

Inoltre il territorio del Parco Pineta costituisce il bacino di alimentazione della falda idrica superficiale che defluisce più a S nei territori di alcuni Comuni fortemente antropizzati ed in continua espansione urbanistica. Tale condizione rende il territorio del Parco Pineta interessante ai fini della ricerca idrica di acque sotterranee da destinare al consumo umano, in quanto territorio ben poco impattato dal punto di vista degli insediamenti antropici.

Lo studio, quindi, è esteso anche all'obiettivo fondamentale di verificare, tramite un bilancio idrogeologico di massima, non solo se sussiste equilibrio tra ricarica e prelievi in atto, ma anche se sussistono condizioni rassicuranti in merito al possibile incremento dei prelievi prevedibili nel prossimo futuro.

L'insieme dei risultati ottenuti con lo studio e con il bilancio idrogeologico permette infine di valutare la possibilità di effettuare misure di salvaguardia e d'incremento dell'aliquota delle acque di infiltrazione.

Tali valutazioni riguarderanno in particolare il reticolo idrografico del Parco al fine di ridurre l'aliquota dei deflussi superficiali che fuoriescono a valle del territorio e creano anche frequenti inconvenienti di natura idraulica agli abitati (es. T. Gradaluso a Locate V. e T. Fontanile di Tradate a Gorla Minore, ecc.).

Lo studio idrogeologico si è sviluppato attraverso le seguenti fasi di lavoro, cronologicamente successive e concatenate tra loro, di seguito descritte:

- prima fase: riguarda l'acquisizione dei dati esistenti resi disponibili dalle Province di Varese/Como e dai Comuni e l'esecuzione di una campagna di misure piezometriche e di prove di permeabilità sui terreni;

- seconda fase: riguarda l'elaborazione dei dati e la stesura degli elaborati cartografici finalizzati alla mappatura delle opere di approvvigionamento idrico, l'individuazione e caratterizzazione delle idrostrutture e la definizione dello stato di vulnerabilità delle risorse idriche;
- terza fase: recepisce gli esiti della discussione con il Direttivo dell'Ente Parco per effettuare valutazioni congiunte sulle iniziative da intraprendere e sugli aspetti regolamentari che costituiranno il Piano di Settore "Tutela geologica ed idrogeologica".

La terza fase riguarda quindi la stesura della relazione finale comprensiva degli elementi di supporto alla programmazione dell'utilizzo e delle azioni di tutela della risorsa idrica sotterranea, nonché come riferimento per l'espressione dei pareri di competenza del Parco alle nuove richieste di concessione di derivazione, in attuazione del comma 3 dell'Art. 21 delle N.T.A. del P.T.C.

2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

La definizione del clima nel territorio del Parco Pineta deriva dalle osservazioni meteorologiche disponibili per il cinquantennio compreso tra il 1934 e il 1987, anno in corrispondenza del quale la stazione meteorologica di riferimento di Venegono Inferiore ha smesso di funzionare. Secondo il sistema empirico – quantitativo di classificazione climatica di Köppen (Köppen & Geiger, 1930), che nello stabilire classi di climi combina le caratteristiche di temperatura e piovosità, il clima dell'area di interesse risulta essere il cosiddetto *Cfb*, ovvero un clima temperato piovoso (mesotermico umido), umido in tutte le stagioni, con estate calda.

Per quanto riguarda il mesoclima (o clima locale) del Parco Pineta, il valore di escursione termica annua (20,3 °C), solo leggermente inferiore rispetto a quello con un più spiccato grado di continentalità che caratterizza la Pianura Padana (escursione 22÷24 °C), gli conferisce un carattere solo moderatamente continentale.

A causa di tale bassa continentalità e all'influenza del *föhn*, alcuni autori (AA.VV., 1957) hanno voluto ravvisare un'azione di attenuazione operata sui settori dell'alta pianura dai grandi bacini lacustri poco più a Nord (Lago Maggiore, di Como e di Lugano), in grado di fungere da volani termici e di ridurre in tal modo le escursioni giornaliere e annue sulla terraferma, limitando, nel contempo, il pericolo di gelate.

Sulla base del valore dell'indice di aridità, che consente di definire il mesoclima in maniera più precisa, da Avoledo (1997) si evince che il clima è da considerarsi perumido, a differenza del clima della Regione Padana meridionale e di quello della Regione Padana settentrionale, classificati rispettivamente subumido e umido (Tonini, 1959–1966; Pinna, 1977), avvicinandosi maggiormente invece al clima della Regione Alpina.

Anche il regime delle precipitazioni, benché simile, si diversifica da quello della bassa pianura lombarda, dove, ad esempio, prevale il massimo annuale autunnale (Ottobre) (Casati & Pace, 1991), invece di quello primaverile (Maggio).

L'indagine climatologica nel presente studio è stata condotta avvalendosi dei dati reperiti presso la stazione meteorologica dell'Osservatorio di Fisica Terrestre del Seminario Arcivescovile di Milano, in comune di Venegono Inferiore, ed elaborati da Avoledo (1997). La stazione ha smesso di funzionare

diversi anni fa, tuttavia, la sua collocazione geografica favorevole e le misurazioni effettuate per più di un cinquantennio (1934–1987), la rendono una fonte di informazioni meteorologiche particolarmente preziose.

Per le elaborazioni finalizzate al bilancio idrogeologico di massima del territorio del Parco Pineta, si sono impiegati i dati pluviometrici e di temperatura registrati dalla suddetta stazione nel cinquantennio 34 – 87, i quali coprendo un orizzonte temporale molto ampio e rappresentano un campione statisticamente significativo del regime meteorico dell'area in esame.

Per una maggiore completezza della trattazione, per quanto riguarda la pluviometria, è stata comunque effettuata un'analisi anche su dati più recenti (periodo compreso tra il 2003 e il 2008), rilevati presso la stazione ARPA di Lozza - Ponte di Vedano, situata dunque in una posizione limitrofa al confine nord-ovest del Parco. L'analisi effettuata su tali dati (riportati in **AII. 5**) conferma in linea generale il trend osservato nel cinquantennio 34 - 87.

2.1 Temperatura

Nel territorio in esame, la temperatura media annua si attesta attorno agli 11,6 °C; il mese più freddo è gennaio, con una media di 1,6 °C, mentre quello più caldo risulta essere luglio, con una temperatura media di 21,9 °C.

L'escursione termica annua è di conseguenza pari a 20,3 °C., mentre quella media giornaliera è di 10°C; l'escursione giornaliera massima si ha in luglio, con una media di 12 °C, mentre quella minima è in dicembre, con una media di 7,6 °C. Il numero di cicli annuali gelo–disgelo è basso, poiché i passaggi al di sopra e al di sotto dello zero sono limitati a pochi giorni dell'anno. La temperatura massima registrata è di 38 °C (21 luglio 1983), la minima di – 13,3 °C (7 gennaio 1985).

Per quanto riguarda la specifica realtà dell'area del Parco Pineta, è noto che le aree ricoperte da boschi hanno una temperatura media annua inferiore a quella delle aree circostanti (Casati & Pace, 1991; Nicoloso, 1996) e perciò, nel caso specifico, delle aree prive di copertura dell'osservatorio. Un'altra particolarità riguarda le aree di fondovalle che in generale presentano un fenomeno di inversione termica, per il quale, al contrario di ciò che succede usualmente (diminuzione della temperatura con l'aumento di altitudine), risultano caratterizzate da temperature generalmente più basse delle superfici ad

altitudini superiori (Pirola, 1970), come ad esempio quelle sulle quali è situata la stazione meteorologica.

La vegetazione, inoltre, limita la dispersione notturna del calore, determinando una riduzione dell'escursione termica rispetto ad un territorio completamente non boscato: secondo Scossioli (1992), tale fenomeno porterebbe ad una riduzione di circa la metà dell'escursione termica giornaliera rispetto a quella delle aree prive di copertura.

Si riportano nella seguente tabella i dati termometrici medi rilevati alla stazione di Venegono Inferiore (periodo 1934 – 1987) che, come già spiegato nel paragrafo precedente, rappresenta la serie storica di dati impiegata nelle elaborazioni.

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media [°C]</i>
<i>Gennaio</i>	1,6
<i>Febbraio</i>	3,4
<i>Marzo</i>	7,2
<i>Aprile</i>	11,4
<i>Maggio</i>	15,4
<i>Giugno</i>	19,5
<i>Luglio</i>	21,9
<i>Agosto</i>	20,7
<i>Settembre</i>	17,3
<i>Ottobre</i>	11,8
<i>Novembre</i>	6,4
<i>Dicembre</i>	2,7
Anno	11,6

2.2 Precipitazioni e regime pluviometrico

Le precipitazioni, liquide e solide, si attestano mediamente attorno a 1.430,1 mm; la frequenza annua delle precipitazioni (numero medio annuo di giorni di precipitazione) è di 102 giorni.

La stagione maggiormente interessata da precipitazioni è la primavera, mentre quella più secca è l'inverno.

Più in dettaglio, il regime delle precipitazioni è caratterizzato da un massimo principale localizzato nel mese di maggio, con una media di 173,0 mm (massimo primaverile), e un massimo secondario nel mese di ottobre, con una media di 147,5 mm (massimo autunnale); le precipitazioni minime si rilevano invece in febbraio, con una media di 73,0 mm (minimo invernale) e in luglio, con una media pari a 115,7 mm (minimo estivo).

Ciò porta a concludere, seguendo Pinna (1977), che le precipitazioni meteoriche sono caratterizzate da un regime di tipo prealpino, come del resto buona parte dell'Italia settentrionale.

La frequenza mensile delle precipitazioni è massima a novembre (12 giorni), seguono aprile e giugno (10 giorni), marzo, maggio, agosto e ottobre (9 giorni), dicembre (8 giorni), luglio e settembre (7 giorni) e gennaio e febbraio (6 giorni). Non si verificano invece periodi di aridità.

Si riportano nella seguente tabella i dati delle precipitazioni medie mensili rilevati alla stazione di Venegono Inferiore (periodo 1934 – 1987), corrispondente, come già spiegato, alla serie storica considerata nelle successive analisi.

<i>Mese</i>	Precipitazioni medie [mm]
<i>Gennaio</i>	73,3
<i>Febbraio</i>	73,0
<i>Marzo</i>	107,2
<i>Aprile</i>	127,1
<i>Maggio</i>	173,0
<i>Giugno</i>	138,0
<i>Luglio</i>	115,7
<i>Agosto</i>	134,7
<i>Settembre</i>	122,1
<i>Ottobre</i>	147,5
<i>Novembre</i>	137,2
<i>Dicembre</i>	81,3
Anno	1.430,1

Nella tabella seguente, vengono riportati i massimi assoluti delle precipitazioni di breve durata e forte intensità rilevati alla stazione di Venegono Inferiore (periodo 1934 – 1987) e l'anno in cui queste si sono verificate.

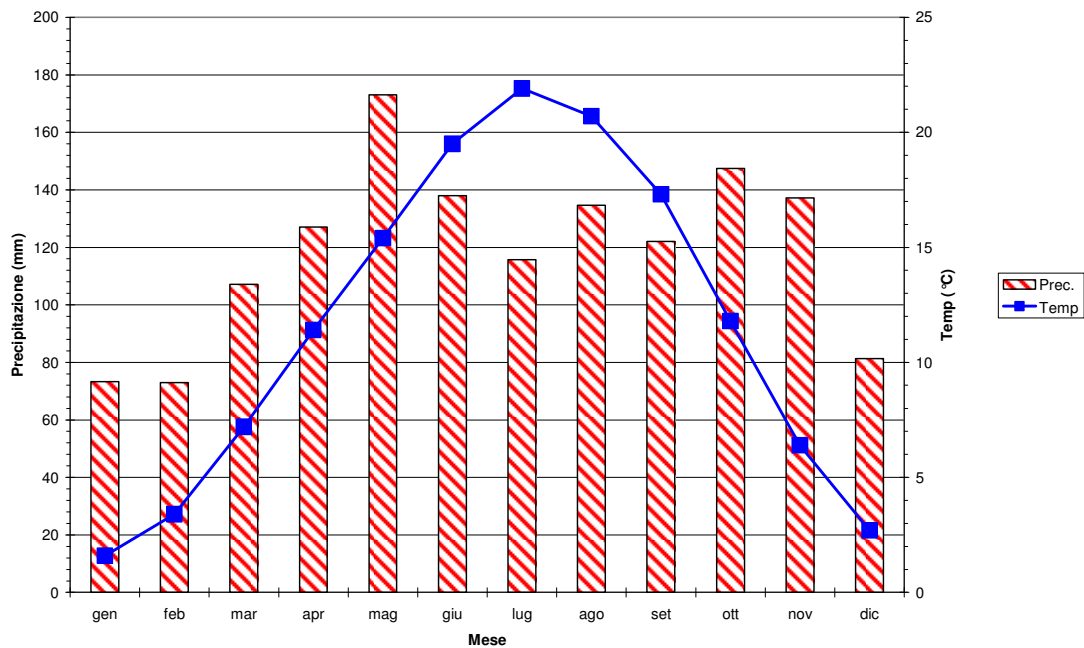
Altezza di pioggia [mm]	Durata [h]	Anno
60,0	1	1979
88,6	3	1973
123,8	6	1959
130,4	12	1959
157,7	24	1944

Nel territorio in esame, le precipitazioni di tale tipo tendono a distribuirsi all'interno del lungo periodo compreso tra la tarda primavera e la fine dell'autunno e, in particolare, in quei mesi che, a parità di mm di precipitazione, si rivelano a minor frequenza (perché gli eventi si concentrano in poche giornate): in ordine decrescente, maggio, settembre, luglio e ottobre.

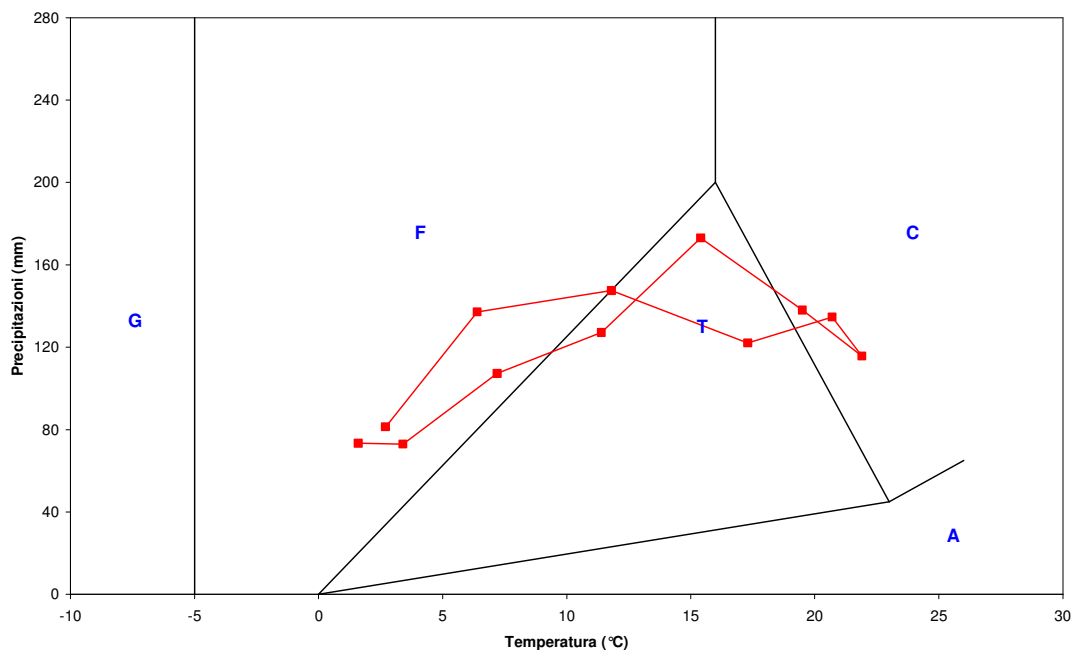
Nella seguente tabella si riportano invece le precipitazioni massime giornaliere misurate durante il periodo 1958 – 1983 alla stazione di Venegono Inferiore.

Data	Altezza di pioggia [mm]
<i>12 Gennaio 1978</i>	75,6
<i>21 Febbraio 1966</i>	96,6
<i>23 Marzo 1956</i>	96,8
<i>23 Aprile 1952</i>	103,5
<i>5 Maggio 1949</i>	78,9
<i>26 Giugno 1940</i>	112,6
<i>21 Luglio 1944</i>	157,7
<i>8 Agosto 1966</i>	123,0
<i>24 Settembre 1981</i>	103,8
<i>23 Ottobre 1951</i>	146,0
<i>8 Novembre 1951</i>	143,0
<i>20 Dicembre 1958</i>	86,0

Il grafico seguente riassume i dati medi mensili di temperatura e precipitazione.



Il climogramma di Péguy definisce i seguenti climi: mesi freddi (gennaio, febbraio, marzo, novembre, dicembre); mesi temperati (aprile, maggio, settembre, ottobre); mesi caldi (giugno, luglio, agosto).



2.3 Evapotraspirazione potenziale

In relazione alle elaborazioni finalizzate al bilancio idrogeologico di massima del territorio del Parco Pineta, risulta di notevole interesse la variabilità mensile di temperatura e precipitazione, soprattutto per il fenomeno dell'evapotraspirazione, il quale risulta più marcato nei mesi primaverili ed estivi e invece meno accentuato in quelli autunnali e invernali.

La stima dell'evapotraspirazione consiste nella valutazione della quantità d'acqua che dal terreno torna in atmosfera allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione, direttamente dal suolo e dagli specchi d'acqua.

Per la valutazione del volume d'acqua che potrebbe essere potenzialmente perso per evapotraspirazione è stato impiegato il modello di Thornthwaite. Tale scelta è dovuta al fatto che questo metodo consente una valutazione piuttosto realistica e in buon accordo con le misure dirette dell'entità del fenomeno, necessitando in ingresso solo del relativo dato di temperatura.

La formula di Thornthwaite ha la seguente forma:

$$EP = K \cdot 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot T}{ic} \right)^\alpha$$

dove EP è l'evapotraspirazione media mensile potenziale (mm), T è la temperatura media mensile dell'aria (°C), ic è l'indice mensile di calore dato da:

$$ic = \sum \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

α è un coefficiente dato da $\alpha = \frac{675 \cdot ic^3}{10^9} - \frac{771 \cdot ic^2}{10^7} + \frac{1792 \cdot ic}{10^5} + 0.49239$

e K è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'insolazione. Per le latitudini del Centro-Nord Italia, si usano i seguenti 12 valori mensili di K:

<i>Gennaio</i>	0,81	<i>Luglio</i>	1,30
<i>Febbraio</i>	0,82	<i>Agosto</i>	1,20
<i>Marzo</i>	1,02	<i>Settembre</i>	1,04
<i>Aprile</i>	1,12	<i>Ottobre</i>	0,95
<i>Maggio</i>	1,26	<i>Novembre</i>	0,81
<i>Giugno</i>	1,28	<i>Dicembre</i>	0,77

Pertanto, l'evapotraspirazione potenziale stimata per i 12 mesi è pari a:

Mese	Evapotraspirazione [mm]
<i>Gennaio</i>	3,10
<i>Febbraio</i>	8,18
<i>Marzo</i>	26,39
<i>Aprile</i>	51,93
<i>Maggio</i>	85,58
<i>Giugno</i>	117,31
<i>Luglio</i>	138,06
<i>Agosto</i>	118,64
<i>Settembre</i>	81,88
<i>Ottobre</i>	46,01
<i>Novembre</i>	18,04
<i>Dicembre</i>	5,73

La precipitazione che raggiunge effettivamente il suolo (precipitazione efficace P_{eff}) è quindi data dalla differenza tra precipitazione totale e evapotraspirazione.

In particolare, poiché l'evapotraspirazione potenziale nel mese di luglio è maggiore della precipitazione media mensile; la precipitazione efficace in tal caso è posta pari a 0.

Mese	P_{eff} [mm]
<i>Gennaio</i>	70,20
<i>Febbraio</i>	64,82
<i>Marzo</i>	80,81
<i>Aprile</i>	75,17
<i>Maggio</i>	87,42
<i>Giugno</i>	20,69
<i>Luglio</i>	0,00
<i>Agosto</i>	16,06
<i>Settembre</i>	40,22
<i>Ottobre</i>	101,49
<i>Novembre</i>	119,16
<i>Dicembre</i>	75,57

3. DEFINIZIONE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO DEL PARCO

3.1 Geologia, geomorfologia e note sulla pedologia

L'area di studio fa parte della fascia di alta pianura terrazzata lombarda posta al limite tra la pianura alluvionale a S, i primi rilievi prealpini a N, la valle del Torrente Lura ad E e la valle fortemente incisa del Fiume Olona ad W; quest'ultima è posta tra l'anfiteatro morenico del Verbano e quello del Lario e la sua evoluzione più recente è strettamente legata ai corsi d'acqua fluvio-glaciali che percorrevano obbligatoriamente la stessa valle ad ogni glaciazione (Zuccoli, 2000).

Pertanto sui terrazzi che bordano le valli della Lura e dell'Olona, facenti parte del territorio del Parco, affiorano successioni di depositi glaciali, fluvio-glaciali ed eolici propri dell'anfiteatro lariano.

Sotto le unità dell'anfiteatro, lungo le aste dei principali torrenti, affiorano invece depositi conglomeratici; essi sono presenti probabilmente sotto tutto il pianalto e dovevano costituire originariamente una piana fluviale braided diretta da NW verso SE (Bini, 1997).

L'assetto geologico/geomorfologico è di conseguenza complesso, tuttavia può essere illustrato con l'adozione delle seguenti superfici omogenee caratterizzate da simile forma, quota ed energia del rilievo, acclività ecc.

Colline moreniche settentrionali ed orientali

L'area comprende più serie di cerchie moreniche a disposizione NW-SE nel settore settentrionale di Binago-Beregazzo e N-S nel settore orientale di Appiano Gentile.

Le morene sono costituite dai depositi glaciali dell'*Alloformazione di Binago*, caratterizzata da profilo di alterazione con spessore di circa 4 m (settore di Binago-Beregazzo) e dell'*Alloformazione della Specola*, caratterizzata da profilo di alterazione con spessore di circa 6÷8 m (settore di Appiano). L'età dei depositi per la posizione stratigrafica e per i caratteri dell'alterazione è Pleistocene medio, corrispondente al Riss dei "vecchi autori" (Bini 1997, Zuccoli 1997).

La morfologia è generalmente dolce con cerchie erose ed arrotondate di dislivello massimo inferiore ai 30 m che si raccordano gradualmente con le superfici del pianalto, a S, e con la valle dell'Antiga, ad E.

Superfici del pianalto di Appiano Gentile-Tradate

L'area costituisce la superficie con maggiore estensione e complicazione morfologica; confina a N e NE con le cerchie moreniche dell'anfiteatro Lariano e a S, SE e W con i terrazzi ribassati più recenti per mezzo di evidenti scarpate morfologiche.

Il pianalto è costituito dai depositi molto alterati e con abbondante matrice fine argilloso limosa bruno rossiccia dell'*Allogruppo del Bozzente*. Il termine "ferretto", utilizzato dai vecchi autori per distinguere tali depositi, ricorda proprio il peculiare aspetto arrossato dei terreni.

L'unità è spesso interessata dalla presenza di coperture loessiche pedogenizzate (*Formazione di Monte Carmelo*) in posto o colluviate (*Allogruppo di Venegono*). L'età dei depositi per la posizione stratigrafica è Pleistocene medio, corrispondente al Mindel dei "vecchi autori" (Bini 1997, Zuccoli 1997).

Nell'ambito dell'Allogruppo del Bozzente riveste particolare significato la subunità denominata *Formazione di Castelnuovo* che affiora nel settore centrale di pianalto tra i torrenti Fontanile e Gradaluso. L'unità è costituita da depositi di versante e fluviali caratterizzati alla base da un livello di massi di dimensioni massime intorno ai 70 cm allineati e paralleli alla superficie di erosione, che rappresentano quanto rimane del lavaggio dei depositi da parte dei corsi d'acqua provenienti dai fianchi delle morene (Zuccoli, 1997).

La dorsale centrale più elevata del pianalto è stata in passato interpretata anche come possibile resto di cordone morenico mindelliano (Nangeroni, 1967). In tale settore la presenza di substrati molto ciottolosi con scarsa matrice e trovanti è segnalata anche nelle note illustrative del Progetto Carta Pedologica (ERSAL, 1988).

La morfologia è complessa con presenza di aree variamente ondulate, dorsali più o meno ampie e acute e superfici variamente terrazzate.

Le informazioni di carattere pedologico contenute nel “Progetto carta pedologica” dell’Ersal individuano nei settori NW ed E del pianalto la presenza di suoli caratterizzati da orizzonti compatti limitanti il drenaggio (fragipan o plintite) a debole profondità.

Piane fluvioglaciali esterne

L’area comprende le superfici supianeggianti dei terrazzi intermedi dei sistemi vallivi dell’Olona e dell’Antiga.

Le piane sono costituite dai depositi fluvioglaciali dell’*Alloformazione di Binago*, (settore di Appiano Gentile-Mozzate) e dell’*Alloformazione di Albizzate*, (settore di Vedano Olona-Mozzate), caratterizzate da terreni ghiaioso sabbiosi localmente coperti da coltri loessiche fini di spessore variabile. L’età dei depositi per la posizione stratigrafica e per i caratteri dell’alterazione è Pleistocene medio, corrispondente al Riss dei “vecchi autori” (Bini 1997, Zuccoli 1997).

La morfologia di queste aree è caratterizzata da ondulazioni minime e aree leggermente ribassate con dislivelli dell’ordine di 1÷3 m.

Valli ed incisioni principali

Il pianalto è solcato da numerose e nette incisioni vallive per profondità massime di 35÷40 m e medie di 20÷30 m, che costituiscono un fitto reticolato idrografico di tipo dendritico/parallelo.

Alcune valli, tra cui quelle del Fontanile e del Gradaluso, iniziano a N del pianalto in corrispondenza delle unità più recenti e sono di conseguenza molto più incise delle altre che drenano solo il pianalto (Bini 1997, Zuccoli 1997).

Lungo le aste dei torrenti Gradaluso, Fontanile e Antiga affiorano i conglomerati del Ceppo della Bevera, caratterizzato dalla presenza di inghiottitoi carsici (Zuccoli, 1997), e i depositi fluvioglaciali dell’*Alloformazione di Binago* e di *Besnate* (tali valli funzionavano pertanto da scaricatori glaciali durante gli Episodi Binago e Besnate).

3.2 Idrografia

3.2.1 Caratteristiche generali

L'area di studio è compresa tra i corsi d'acqua Olona ad W e Lura ad E, situati nelle immediate vicinanze del territorio del Parco e separati orograficamente dalla superficie rilevata del pianalto.

L'Olona raccoglie dapprima una serie di torrenti prealpini a E di Varese, tra i quali il principale è il Torrente Lanza sul versante idrografico sinistro, e successivamente scorre per un lungo tratto in un canyon profondamente incassato.

Il Torrente Lura ha origine invece dalle alture morenico-terziarie ad W di Como e confluisce nell'Olona a NW di Milano, del cui bacino è parte.

All'interno del territorio del Parco il reticolo idrografico presenta delle differenze nette rispetto ai contesti fisiografici limitrofi. Infatti, il pianalto è interessato da un reticolato fluviale di tipo parallelo caratteristico di terreni impermeabili e dipendente, in questo caso, non dalla struttura o dal pendio, ma dalla disposizione di morene laterali (Fairbridge, 1968).

Lo sviluppo delle aste torrentizie è meandriforme con allagamenti di una certa entità in corrispondenza dei punti di confluenza o allo sbocco dal pianalto.

L'unico corso d'acqua "perenne" è il Torrente Antiga che è legato al drenaggio della falda contenuta nei depositi glaciali e fluvioglaciali a NE; il regime di portata degli altri corsi d'acqua è estremamente variabile perché connesso direttamente alle precipitazioni meteoriche intense o particolarmente prolungate.

Le caratteristiche del reticolo idrografico sono illustrate graficamente in **Tav. 1**.

3.2.2 Bacini idrografici

Nell'area di studio sono stati riconosciuti cinque bacini idrografici principali facenti capo alle seguenti aste torrentizie:

- il Fosso Zocca, che costituisce un canale artificiale alimentato dalle sorgenti collocate nei depositi glaciali presso la località Baraggia di Vedano Olona; la superficie del bacino all'interno del territorio del Parco è modesta e pari a circa 2 km²;
- il Fontanile di Tradate, che prende origine nell'area morenica a N di Castelnuovo e riceve numerosi affluenti lungo la sponda destra idrografica; tra questi sono significati come sviluppo e regime idrografico il T.te Moriggiola, il Valgrassa e il T.te Fossaccio (o San Giorgio).

All'interno del territorio del Parco l'asta principale del Fontanile è lunga circa 9 Km ed il bacino idrografico, fortemente asimmetrico, ha superficie pari a 12 km² ;

- il Fosso Gradaluso, che prende origine a S di Castelnuovo, al limite con le aree moreniche, e riceve pochi affluenti significativi; all'interno del territorio del Parco l'asta principale del Gradaluso è lunga circa 11 Km ed il bacino ha una superficie di 8 km².

Il ramo secondario a N di c.na Villafranca presenta un andamento anomalo rispetto alle direzioni NNW-SSE e N-S prevalenti per tutta la rete idrografica del pianalto.

- il Torrente Bozzente, raccoglie numerosi corsi d'acqua minori nell'area SE del pianalto; tra questi corsi d'acqua i più significativi sono il T.te Vaiadiga sulla sinistra idrografica ed il Fosso delle Valli sulla destra idrografica.

All'interno del territorio del Parco presenta l'area di bacino più estesa con una superficie pari a 14,5 km²; l'asta principale del Bozzente è lunga circa 9,5 Km.

- il Torrente Antiga, ad E, proviene dalle colline moreniche dell'area di Olgiate Comasco e percorre in direzione N-S la piana compresa tra il pianalto e la dorsale morenica di Appiano-Lurago.

L'affluente più significativo è la Roretta che si origina nel territorio di Appiano Gentile e confluisce nell'Antiga lungo la destra idrografica in territorio di Veniano.

All'interno del territorio del Parco il bacino ha una superficie pari a 11 km²; l'asta principale dell'Antiga è lunga circa 11,5 Km e si sviluppa ulteriormente a N per altri 4,5 Km.

3.3 Idrogeologia

3.3.1 Caratteristiche generali

Gli acquiferi dell'alta pianura lombarda sono contenuti nei depositi pleistocenici, sia continentali che marini, che costituiscono parte del bacino idrogeologico della Pianura Padana.

Gli studi pregressi che hanno indagato la stratigrafia e l'idrogeologia del sottosuolo hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo della successione sedimentaria plio-pleistocenica (passaggio da facies marine a facies continentali verso la superficie topografica attuale) e la direzione prevalente di progradazione dei corpi sedimentari con vergenza a SE originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina.

Il sottosuolo in corrispondenza dell'area di studio, inserito in tale contesto idrogeologico regionale, è sede pertanto di acquiferi all'interno dei depositi fluvioglaciali e fluviali plio-pleistocenici, alimentati principalmente per infiltrazione delle acque meteoriche nelle unità maggiormente permeabili di monte.

Con riferimento all'assetto geologico locale (cfr. Paragrafo 2.1), tali condizioni si possono verificare favorevolmente sul pianalto, in corrispondenza delle valli più incise dove sono denudati i conglomerati del Ceppo della Bevera permeabili per fratturazione e carsismo, e nelle aree depresse intramoreniche dell'Antiga a NE e dei terrazzi dell'Olonza a NW, dove affiorano i materiali ghiaiosi ad alta permeabilità che dovevano costituire gli assi dei principali scaricatori fluvioglaciali.

3.3.2 Classificazione delle unità idrogeologiche

La classificazione delle unità idrogeologiche utilizzate è stata definita criticamente per descrivere nel modo più dettagliato possibile la locale idrostruttura e geometria degli acquiferi.

A tal fine, dopo aver analizzato tutte le classificazioni tecniche disponibili (studi alla scala comunale, studio della Provincia di Como e studio dell'AATO della Provincia di Varese), si è scelto di riferirsi alla classificazione AATO ritenuta la più adeguata per illustrare le locali condizioni di bacino marginale del territorio del Parco Pineta.

Le unità sono rappresentate nelle sezioni idrogeologiche in **Tav. 2**; le caratteristiche geologiche, idrogeologiche ed idrodinamiche generali sono descritte di seguito a partire dalla più superficiale.

D - Unità delle ghiaie, sabbie ed argille

L'unità è costituita da depositi in facies glaciale, glaciolacustre, fluvioglaciale ed eolica con litologie eterogenee (prevalenza di diamicton) affioranti per la maggior parte dell'estensione dell'area di studio.

Nel settore delle colline moreniche settentrionali ed orientali l'unità è sede di acquiferi di tipo libero o semi-confinato di media potenzialità con struttura complessa, data dall'irregolare presenza di livelli a maggiore permeabilità e di lenti argillose talora molto estese arealmente.

Tale alternanza litologica consente al flusso idrico sotterraneo di incanalarsi lungo vie preferenziali fino alla superficie alimentando sorgenti per emergenza della falda o soglia di permeabilità.

In ambito di pianalto l'unità è sede di acquiferi sospesi con ridotta potenzialità e a forte variabilità stagionale, da cui attingevano i numerosi "pozzi di cascina" poco profondi presenti sul pianalto.

La circolazione idrica avviene nel primo sottosuolo in condotte con diametri da pochi centimetri a qualche decimetro che si allargano per erosione meccanica o dissoluzione delle frazioni solubili (fenomeno noto come piping).

Lo spessore dell'unità varia notevolmente in relazione alle facies deposizionali, ma generalmente è inferiore ai 20÷30 m.

Corrisponde al "Gruppo acquifero A" tra le unità idrostratigrafiche classificate con lo studio "Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia" (Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002).

C - Unità delle ghiaie e conglomerati prevalenti

L'unità è costituita da depositi in facies fluviale "braided" ed in subordinate "a meandri" con conglomerati, prevalenti nel settore N-NE, ghiaie e locali intercalazioni sabbioso argillose.

E' sede del primo acquifero di tipo libero o semi-confinato, tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile.

La circolazione idrica sotterranea negli strati acquiferi ghiaiosi è legata alla permeabilità primaria per porosità, ovvero avviene attraverso i vuoti presenti all'interno dei depositi incoerenti che risultano in genere intercomunicanti tra loro.

Nei livelli acquiferi conglomeratici la circolazione idrica è invece legata alla permeabilità secondaria per fratturazione (e talora subordinato carsismo), ovvero le acque sotterranee tendono a seguire globalmente la rete costituita dalle fratture subverticali e dalla geometria della stratificazione (inclinazione degli strati che si attenua verso S).

La presenza di cavità subverticali, anche con consistente sviluppo altimetrico, è stata inoltre accertata durante perforazioni a scopo di ricerca idropotabile (pozzo Malp 1 a Venegono Superiore e pozzi Betulle/Ronchi a Tradate).

L'alimentazione degli acquiferi nell'ambito dell'area di studio può avvenire direttamente in corrispondenza di discontinuità o di inghiottitoi di tipo carsico lungo le incisioni vallive, oppure indirettamente per travaso dagli acquiferi contenuti nelle coperture moreniche e intramoreniche a N.

Lo spessore di tale unità varia da un minimo di circa 50 m nel settore N ad un massimo di circa 180 m nel settore SW. Stante la mancanza di significativi dati di pozzo nel settore orientale dell'area di studio, per la ricostruzione dello spessore dell'unità sono state considerate anche stratigrafie dettagliate di

alcuni pozzi profondi poco distanti (pozzi pubblici di Olgiate Comasco e pozzi Ratti/Spumador a Lomazzo).

Corrisponde ai “Gruppi acquifero A e B” tra le unità idrostratigrafiche classificate con lo studio “Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia” (Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002).

B - Unità delle argille prevalenti

L'unità è costituita da depositi in facies continentale transizionale e marina caratterizzati da limi, argille e argille sabbiose grigie e azzurre alternati a lenti di materiali più grossolani. Si riscontrano localmente la presenza di torbe e livelli fossiliferi (pozzo 3 di Beregazzo con Figliaro).

Le potenzialità di questa unità sono legate alla presenza di acquiferi profondi di tipo confinato e semiconfinato nei livelli sabbioso ghiaiosi intercalati alle argille, con alimentazione connessa ad aree anche molto distali (affioramenti delle Argille plioceniche nelle valli tributarie dell'Olona a N).

In corrispondenza dell'area di studio l'unità si appoggia in onlap sul substrato roccioso; verso S lo spessore dell'unità non è noto.

Corrisponde ai “Gruppi acquifero C e D” tra le unità idrostratigrafiche classificate con lo studio “Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia” (Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002).

A - Unità del substrato roccioso

L'unità corrisponde ai conglomerati, arenarie e peliti a cemento siliceo del Gruppo della Gonfolite (età pre-pliocenica) ed è caratterizzata dall'assenza di corpi idrici significativi; pertanto viene assunta come base degli acquiferi utili soprastanti.

Tali litologie, non affioranti sull'area del Parco, sono state riconosciute nelle stratigrafie dei pozzi più profondi ubicati nei settori settentrionali dell'area di studio (Venegono Superiore, Binago e Oltrona San Mamette).

Gli studi e le osservazioni geologico strutturali pregresse (pubblicazioni scientifiche e per la ricerca di idrocarburi) evidenziano che il Gruppo della Gonfolite immerge verso S con giacitura variabile in relazione alle locali condizioni di contatto tettonico o erosionale con le soprastanti argille plioceniche.

Nell'area di studio la geometria del tetto dell'unità è stata ricostruita considerando anche l'estensione regionale dei dossi di Gonfolite subaffioranti.

Sulla base di tali dati si riconosce una zona di dorsale NW-SW tra Olgiate Comasco e Venegono Superiore e una zona di scarpata verso S con inclinazione variabile tra 30÷40° e probabili rotture di pendenza all'altezza delle località Pianasca di Venegono Superiore e Ceppine di Tradate.

3.3.3 Caratteri piezometrici del primo acquifero principale

La morfologia piezometrica dell'acquifero principale, contenuto nella unità delle ghiaie e conglomerati prevalenti, è stata ricostruita sulla base delle carte isopiezometriche elaborate nell'ambito di studi idrogeologici a scala provinciale (AATO della Provincia di Varese e Provincia di Como) ed a scala locale (studi di supporto alla pianificazione comunale).

Per la ricostruzione dell'andamento piezometrico sono state eliminate le isopieze "anomale" nelle zone marginali delle carte ed è stata effettuata una campagna di misure piezometriche nel settembre 2009 in alcuni pozzi selezionati, al fine di "tarare" la posizione e la quota delle linee isopiezometriche.

L'elaborazione finale costituisce la miglior definizione planimetrica della superficie piezometrica ad oggi ricostruibile in base ai dati misurati nei pozzi esistenti.

L'andamento delle isopieze evidenzia un sistema di flusso prevalentemente N-S soggetto alla importante azione drenante dei sistemi vallivi dell'Olonza ad W e della Lura a E.

Le quote piezometriche sono comprese tra 320 m e 120 m s.l.m. con direzioni del flusso idrico prevalentemente N-S nel settore Appiano-Limido e NE-SW ruotanti a N-S nel settore Venegono-Mozzate.

Nel settore N si osserva in taluni casi una forte variazione delle quote isopiezometriche (ed anche quantitativa) a scala locale, dovuta alla prevalente idrodinamica per fratturazione all'interno dei conglomerati.

Il gradiente idraulico medio della falda varia dal 2% all'1% circa verso S, in accordo con la pendenza media delle superfici del pianalto di poco inferiori all'1,5 % (Ersal, 1988).

Il settore NW dell'area di studio (Vedano Olona e Venegono Sup.) è caratterizzato dalla presenza di un acquifero minore con alimentazione proveniente dalle aree pedecollinari di Binago e Solbiate Comasco.

Le quote piezometriche sono comprese fra 365 m e 300 m s.l.m. e decrescenti verso i settori SW, dove il livello piezometrico precipita in corrispondenza di una paleo-scarpata del sistema vallivo dell'Olona ad andamento N-S.

In questo settore si realizza un travaso della falda acquifera alla idrostruttura principale della Valle Olona.

3.3.4 Individuazione dei bacini idrogeologici

L'area di studio è delimitata a settentrione da una dorsale gonfolitica NW-SE che costituisce il limite idrogeologico principale del bacino idrogeologico dell'alta pianura di interesse.

All'interno del bacino principale sono state riconosciute le seguenti idrostrutture secondarie:

- un bacino di NW delimitato da un alto strutturale della Gonfolite con andamento NNE-SSW tra Monello e Venegono Superiore; la superficie all'interno del Parco è pari a circa 4 Km².
- un bacino centrale interamente compreso all'interno del territorio del Parco e delimitato ad E da una culminazione piezometrica, circa coincidente con lo spartiacque idrografico tra i bacini dei Torrenti Gradaluso/Bozzente; la superficie all'interno del Parco è pari a circa 20 Km²;
- un bacino di SE coincidente con l'asse di drenaggio del Torrente Antiga; la superficie all'interno del Parco è pari a circa 24 Km².

La perimetrazione dei suddetti bacini deve essere intesa come condizione media, sia in relazione alla difficile interpretazione del substrato geologico impermeabile sepolto, sia in relazione alle possibili migrazioni di carattere stagionale delle falde.

4. VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO

4.1 Principi generali del metodo base GNDCI

Il metodo base GNDCI (Civita, 1988) identifica per delle condizioni idrogeologiche tipo la relativa valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca. Si tratta di un criterio molto flessibile che può essere, all'occorrenza, adattato a quelle situazioni specifiche non elencate nel protocollo metodologico.

Le situazioni idrogeologiche selezionate, contrassegnate da colorazioni o tratteggi standard, sono immesse in uno schema di legenda a 6 colonne, ciascuna relativa ad uno dei gradi di vulnerabilità intrinseca previsti (EE estremamente elevata; E elevata; A alta; M media; B bassa; BB bassissima).

Tali situazioni fanno diretto riferimento alle caratteristiche geometriche e di permeabilità degli acquiferi ed alla protezione degli stessi per la possibile presenza di coperture poco permeabili.

Sono prestabilite, inoltre, numerose simbologie sovrapponibili alla cartografia della vulnerabilità intrinseca per completarla e trasformarla in una carta della vulnerabilità "integrata".

Con tali sovrapposizioni la carta assume funzione di analisi e supporto che può essere utilizzata in chiave di previsione e prevenzione dell'inquinamento.

4.2 Valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca

La relativa semplicità e duttilità della metodologia base GNDCI richiede la possibilità di adattamenti critici alle specifiche condizioni idrogeologiche locali.

A tale scopo sulla base delle caratteristiche idrogeologiche e geologiche di superficie (cfr. Paragrafo 2.1) sono state individuate delle aree omogenee (si veda **Tav. 3**), per le quali il grado di vulnerabilità è stato aumentato o diminuito di una classe in base allo spessore delle coperture fini superficiali e alla soggiacenza dell'acquifero.

Per le aree omogenee è stato indicato anche un grado di permeabilità rappresentativo dei terreni superficiali affioranti sulla base di prove di

permeabilità in sito (ubicazione ed interpretazione in **All. 2**) e di osservazioni litologiche dei terreni affioranti.

Sono state distinte sette aree omogenee a diverso grado di vulnerabilità dell'acquifero.

Aree delle colline moreniche settentrionali ed orientali

Caratteristiche: acquifero di tipo libero in materiali prevalentemente morenici fini con depositi di copertura eterogenei. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: da molto basso a basso.

Aree delle superfici del pianalto (settore E ed W)

Caratteristiche: acquifero di tipo libero in materiali alluvionali protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore superiore a 5 m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: da molto basso a basso.

Aree delle superfici del pianalto (settore centrale)

Caratteristiche: acquifero di tipo libero in materiali alluvionali parzialmente protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore superiore a 5m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: medio.

Aree delle piane fluvioglaciali esterne

Caratteristiche: acquifero di tipo libero in materiali alluvionali protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: medio.

Aree delle piane fluvioglaciali (zona della Baraggia di Vedano Olona)

caratteristiche: acquifero di tipo libero o semi-libero in materiali alluvionali protetto superficialmente da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5 m. Soggiacenza della falda inferiore a 10 m.

Grado di vulnerabilità: alto.

Aree delle valli e incisioni principali

Caratteristiche: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali in corrispondenza di incisioni con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Terreni di subalveo a permeabilità media. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: elevato.

Aree delle valli e incisioni principali (valle di C.vo Bozzente e Valle Billè)

Caratteristiche: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali in corrispondenza di incisioni con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Terreni di subalveo a permeabilità alta. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m.

Grado di vulnerabilità: elevato.

4.3 Vulnerabilità “integrata”

La carta della vulnerabilità è stata integrata con opportuni simboli tratti dalla “legenda unificata” al fine di censire la presenza dei produttori reali o potenziali di inquinamento (centri di pericolo) ed i principali preventori e/o riduttori di inquinamento (soggetti a rischio).

Le attività di censimento dei centri di pericolo hanno compreso:

- le aree con concentrazione di attività produttive; in **AII. 3** sono indicate le attività prevalenti nella suddetta area, rilevate sulla base di dati provenienti da elenchi telefonici e merceologici pubblici;
- aree soggette a particolari problematiche ambientali segnalate dall’Ente Parco e dagli uffici tecnici comunali quali: aree interessate (o adibite) in passato a discarica incontrollata di rifiuti solidi misti, punti di sversamento di liquami da pozzi neri, punti di recapito di acque reflue urbane, aree urbanizzate (residenziali) sprovviste di rete fognaria;
- altri elementi di interesse quali collettori principali della rete fognaria, cimiteri, il tracciato della viabilità autostradale di collegamento Varese-Como in previsione, strade di grande traffico e linea ferroviaria;
- le aree soggette in passato ad attività di cava di coltri superficiali limoso-argillose per produzione di laterizi; tali aree sono state individuate sulla base della cartografia storica IGM e regionale, delle evidenze morfologiche e della memoria storica locale.

I limiti delle aree di cava sono da considerarsi indicativi in quanto le attività di escavazione venivano spesso svolte in modo discontinuo e frammentario.

Tali aree possono costituire delle zone di “debolezza” per mancanza dello strato di protezione superficiale fine presente sulle superfici del pianalto;

- le industrie zootecniche e gli allevamenti minori rilevati sulla base dei dati contenuti nel “Piano di settore cascine e patrimonio rurale” dell’Ente

Parco e di informazioni provenienti da elenchi telefonici e merceologici pubblici;

Le aree censite tra i principali preventori e/o riduttori di inquinamento sono:

- gli impianti di depurazione di acque reflue urbane di Castelnuovo su Torrente Fontanile di Tradate e del Consorzio dell'Antiga a Limido Comasco;
- l'impianto di fitodepurazione sul Torrente Fontanile in località Valle di Castelnuovo Bozzente;
- la piattaforma ecologica del Comune di Veniano;
- le zone di rispetto delle opere di captazione definite con criterio geometrico (200 m dall'asse del pozzo) o con criterio temporale (involuppo dei punti isocroni circostanti il pozzo corrispondenti ad un tempo di sicurezza di 60 giorni) vincolate in base all'art. 94 del D.Lgs. 152/06.

La carta della vulnerabilità integrata deve essere continuamente aggiornata con integrazione o eliminazione dei centri di pericolo e dei soggetti a rischio, al fine di costituire uno strumento di piano funzionale.

5. BILANCIO IDROGEOLOGICO

La definizione di un “bilancio idrogeologico” di un territorio morenico di sbocco sulla pianura, quale quello del Parco Pineta, rappresenta un’elaborazione complessa e dipendente da un numero di variabili difficilmente ben quantificabili. Di conseguenza, nel presente studio, ci si è posti come obiettivo il raggiungimento di un dettaglio semiquantitativo (bilancio di massima), che potrà fare da base ad un eventuale approfondimento successivo, anche tramite l’impiego di modelli più sofisticati, qualora tale aspetto risultasse di particolare utilità/interesse.

La realizzazione di un “bilancio idrogeologico” è finalizzato all’accertamento dell’esistenza di una condizione di equilibrio tra la ricarica delle falde ed i quantitativi idrici estratti dalle opere di captazione presenti nel territorio del Parco Pineta.

Tale valutazione consente inoltre di verificare le potenzialità quantitative degli acquiferi, anche in prospettiva di un potenziamento dell’attingimento delle falde nel territorio del Parco.

5.1 Metodologia

La prima fase di realizzazione del bilancio è stata innanzitutto l’individuazione dei bacini idrogeologici presenti nell’area oggetto di studio (cfr. **Par. 3.3.4**) e, per praticità, così denominati

- Bacino 1, il bacino di NW, con una superficie all’interno del Parco pari a circa 4 km², in corrispondenza di parte dei territori dei Comuni di Vedano Olona, Venegono Superiore e Binago;
- Bacino 2, il bacino centrale, con una superficie all’interno del Parco pari a circa 20 km², in corrispondenza di parte dei territori dei Comuni di Binago, Beregazzo con Figliaro, Castelnuovo Bozzente, Venegono Superiore, Venegono Inferiore, Tradate e Locate Varesino;
- Bacino 3, il bacino di SE, con una superficie all’interno del Parco di circa 24 Km², in corrispondenza di parte dei territori dei Comuni di Beregazzo con Figliaro, Castelnuovo Bozzente, Oltrona San Mamette, Appiano Gentile, Veniano, Carbonate, Locate Varesino, Lurago Marinone,

Mozzate e Limido Comasco.

Il bilancio idrogeologico su ciascun bacino è stato realizzato, in maniera semplificata, confrontando i volumi d'acqua sollevati (da denunce annuali) nell'arco di un anno con il volume di ricarica alla falda nel corrispondente intervallo temporale.

Un'ulteriore verifica è stata condotta confrontando le portate d'acqua mensili in ingresso agli acquiferi con le portate sollevate dalle opere di captazione presenti nell'area in esame e ipotizzando costante e concomitante il funzionamento di ciascuna di esse. La valutazione del termine in uscita dal sistema, corrispondente al sollevato dalle fonti pubbliche e private presenti nel territorio considerato, è stata effettuata con riferimento alla **portata di concessione** dei singoli pozzi e/o sorgenti, in quanto quest'ultima rappresenta la portata media potenziale.

Per quanto riguarda i dati di portata dalle opere di captazione si è fatto riferimento alla documentazione disponibile (studio AATO per la Provincia di Varese - 2007 e studio idrogeologico per la Provincia di Como - 2004), integrandoli con dati più aggiornati forniti su richiesta dagli uffici competenti delle Province di Como e Varese.

La valutazione del termine in ingresso nel sistema, corrispondente alla portata che alimenta l'acquifero, è stata invece effettuata considerando due differenti modalità di alimentazione:

- l'apporto diretto fornito dalle precipitazioni meteoriche che si infiltrano nei terreni;
- l'apporto fornito da parte dei corsi d'acqua locali.

I volumi immessi in falda per mezzo dei due sistemi di alimentazione sono stati ottenuti impiegando due metodologie differenti e semplificate, essendo finalizzate ad un "bilancio idrogeologico di massima" dell'area in esame.

L'alimentazione della falda per infiltrazione della acque meteoriche è stata modellizzata utilizzando il **metodo del Curve Number**, messo a punto dal *Soil Conservation Service* (United State – Department of Agriculture) (SCS-CN), un metodo a metà strada tra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto ed i modelli formulati per essere specificatamente utilizzati in approcci integrati.

L'alimentazione della falda per drenaggio dei corsi d'acqua locali è stata invece modellizzata utilizzando un approccio empirico (formula di Davis - Wilson), impiegato nella valutazione delle perdite nei canali di irrigazione e adattato al caso delle perdite dei corsi d'acqua naturali.

I volumi d'acqua, e di conseguenza i bilanci sui singoli bacini, sono valutati su scala mensile, soprattutto per osservare con maggior dettaglio il regime idrogeologico nei diversi periodi dell'anno.

I corsi d'acqua per i quali è stata effettuata tale valutazione sono stati raggruppati nei seguenti 5 bacini/sistemi idrografici:

- bacino 1: San Giorgio, ramo Monterosso;
- bacino 2: Valgrassa - Fontanile - Valle Castelnuovo Bozzente;
- bacino 3: Gradaluso;
- bacino 4: Bozzente – Vaiadiga;
- bacino 5: Antiga.

5.2 Impostazione del bilancio idrogeologico

Il bilancio idrogeologico può essere descritto, in maniera sintetica, dalla formula seguente:

$$P + S = E_p + E_v + R + D \pm I$$

Gli ingressi sono rappresentati dalle precipitazioni (P), dagli afflussi dai corsi d'acqua superficiali (S) e dagli afflussi sotterranei (I). Le uscite sono invece rappresentate dall'evapotraspirazione (E_p), dall'evaporazione (E_v), dai deflussi da ruscellamento superficiale (R), dai deflussi da corsi d'acqua superficiali (D) e dai deflussi sotterranei (I).

Ai fini del presente studio, volto alla realizzazione di un bilancio di massima, si è tuttavia scelta una formulazione semplificata:

$$P + (S - D) - E_p = R + I$$

Scopo di tale analisi è la stima del termine I , che rappresenta il volume d'acqua che, infiltrandosi nel terreno, ricarica gli acquiferi. In particolare, il termine $(S-D)$ rappresenta l'alimentazione della falda da parte dei corsi d'acqua superficiali.

Il termine di precipitazione efficace

$$P_{\text{eff}} = P - E_p$$

valutato nel **Par. 2.3**, rappresenta la porzione di pioggia che raggiunge effettivamente il suolo; una parte di tale volume d'acqua contribuirà al ruscellamento superficiale (R), mentre la porzione rimanente s'infiltrerà nel terreno (I).

5.2.1 Il metodo del Curve Number (SCS CN)

Per la stima del ruscellamento superficiale R , nota la P_{eff} , è stato impiegato il metodo del Curve Number, il quale si basa sulla seguente semplice equazione

$$\frac{R}{P_{\text{eff}} - I_a} = \frac{I}{S}$$

dove R è il volume specifico di deflusso superficiale, P_{eff} il volume specifico di pioggia efficace, I_a è l'assorbimento iniziale di acqua del terreno, I è il volume specifico di acqua infiltratosi nel terreno e S il volume specifico di saturazione del terreno. Ovviamente, finché P_{eff} risulta inferiore di I_a , R risulta nullo.

Poiché l'infiltrazione I è data da:

$$I = P_{\text{eff}} - I_a - R$$

da semplici passaggi si ricava R :

$$R = \frac{(P_{\text{eff}} - I_a)^2}{P_{\text{eff}} - I_a + S}$$

Generalmente si assume un assorbimento iniziale I_a pari a $0.2S$, dove S , parametrizzato in funzione della natura del terreno e dell'uso del suolo, è dato da

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{\text{CN}} - 1 \right)$$

Nella formula precedente S_0 è un termine costante pari a 254 mm, mentre CN è il *Curve Number* ($0 < CN < 100$), un termine adimensionale tabulato in funzione dell'uso del suolo e del tipo di terreno.

Il metodo consente anche di tenere conto dello stato di umidità del suolo; in particolare vengono considerati tre diversi stati di umidità: I - Suolo asciutto, II - Suolo mediamente umido, III – Suolo molto umido. I valori di CN tabulati si riferiscono alla seconda condizione, mentre esistono relazioni analitiche per ricavare il CN(I) e il CN(III)

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 - 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Nelle elaborazioni si è impiegato il CN(III), per tenere conto della progressiva saturazione del terreno che realmente si verifica nel corso dell'evento meteorico e che di conseguenza fa diminuire il volume specifico di acqua che si infila nel terreno.

I valori di infiltrazione I ricavati con il metodo CN sono espressi in mm, essendo volumi specifici di acqua. Tale risultato deve essere esteso al settore di bacino idrogeologico cui tale valore di infiltrazione si riferisce, per avere una stima dell'effettivo volume d'acqua che penetra nel terreno. Poiché il CN dipende sia dalla tipologia del terreno che dall'uso del suolo, si avranno diversi valori di infiltrazione I a seconda di ogni specifico uso del suolo, per ciascuno dei quali viene indicata l'estensione areale all'interno del singolo bacino.

Le informazioni relative all'uso del suolo del territorio del Parco Pineta sono state ricavate dal Geoportale della Regione Lombardia, nell'area relativa ai dati geografici (sito web <http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale>). Le categorie di uso del suolo impiegate dalla Regione sono poi state analizzate e alcune di esse accorpate, in modo da ricadere all'interno delle 21 categorie indicate dal metodo SCS CN.

Individuate le categorie di uso del suolo specifiche del bacino idrogeologico di interesse, i corrispondenti valori di CN da impiegare nell'elaborazione dipendono dalla classe di permeabilità del suolo stesso, valutata sulla base delle classi di permeabilità individuate sulla "Carta della vulnerabilità" (**Tav. 3**).

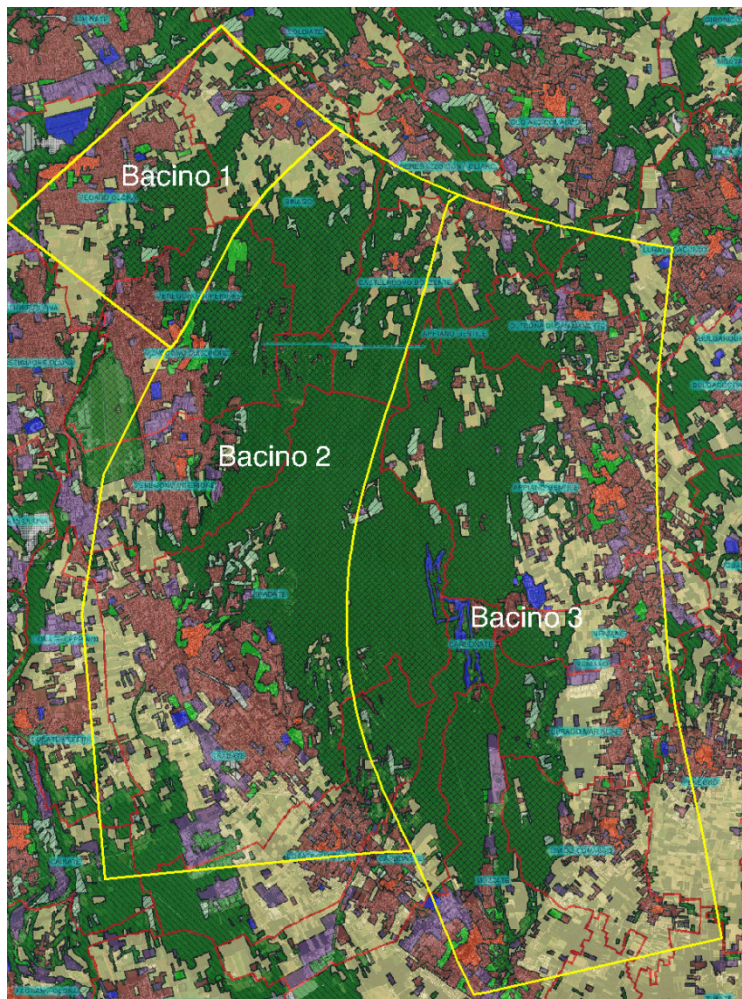


Figura 1: uso del suolo del territorio del Parco Pineta e individuazione dei bacini idrogeologici.

5.2.2 Il metodo empirico Davis – Wilson

Come già detto in precedenza, la valutazione dell'apporto fornito dai corsi d'acqua alla falda, per semplicità, è stata effettuata riconducendo tale processo a quello delle perdite che si verificano per infiltrazione nei canali in terra per l'irrigazione.

Le perdite nei canali in terra dovute all'infiltrazione sono generalmente stimate per mezzo di formulazioni empiriche, in grado di fornire una valutazione del volume d'acqua che si infiltra per unità di tempo lungo lo sviluppo del canale/asta fluviale.

Ai fini del bilancio idrogeologico, si è scelto di impiegare la formula empirica proposta da A. Davis e H. Wilson, riportata di seguito:

$$P = 0,45c \frac{xL}{4.000.000 + 3.650\sqrt{v}} \sqrt[3]{d}$$

dove P sono le perdite per infiltrazione (m^3/s), L è la lunghezza del canale e/o asta fluviale (m), d è la profondità media dell'acqua nella sezione fluviale (m), x è il contorno medio bagnato (m), v è la velocità media della corrente (m/s) e c è un coefficiente dipendente dalla natura del terreno.

Le perdite sono valutate per ognuno dei corsi d'acqua presenti all'interno del territorio del Parco Pineta, attribuendo alla sezione tipo di ciascuno di essi verosimili caratteristiche geometriche medie.

Per quanto riguarda il coefficiente c si è fatto riferimento ai seguenti valori tabulati:

Valore di c	Tipo di terreno
12	canali in terra di natura argillosa
15	canali in terra di natura limosa
24	canali in terra di natura limoso-sabbiosa
25	canali in terra di natura sabbioso-limosa
30	canali in terra di natura sabbiosa finissima
40	canali in terra di natura sabbiosa fine
50	canali in terra di natura sabbiosa media
70	canali in terra di natura sabbiosa grossolana

In relazione ai corsi d'acqua del territorio in esame, si sono impiegati essenzialmente valori di c pari a 50 e 70, per la natura media – grossolana dei terreni di fondo degli alvei fluviali.

L'applicazione del metodo descritto conduce alla stima del volume d'acqua perso lungo il corso d'acqua per unità di tempo. Poiché l'alimentazione della falda da parte dei corsi d'acqua avviene quando in essi transitano cospicue portate, per ricavare il volume di acqua effettivamente infiltrato occorre valutare il numero di ore all'anno per le quali si registrano tali portate. Non avendo a disposizione dati di monitoraggio delle portate lungo i corsi d'acqua d'interesse,

si è scelto di effettuare tale valutazione mediante un'analisi dei dati pluviometrici, nell'ipotesi che la portata di piena si instauri per eventi meteorici di durata pari o superiore al tempo di corrivazione del bacino idrografico del corso d'acqua stesso.

Per tale analisi, essendo necessari dei dati di pioggia orari, si sono impiegati i dati pluviometrici per l'anno 2008 reperiti presso la stazione meteorologica ARPA di Lurago Marinone. I tempi di corrivazione dei singoli bacini sono stati calcolati con la formula seguente:

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{z_m - z_0}}$$

dove t_c è il tempo di corrivazione (h), S è la superficie del bacino (km^2), L è la lunghezza dell'asta principale del bacino (km), z_m è la quota media del bacino (m s.l.m.) e z_0 è la quota della sezione di chiusura del bacino (m s.l.m.).

5.3 Bilancio idrogeologico

L'analisi sui bacini idrogeologici facenti parte del territorio del Parco Pineta è stata impostata realizzando il bilancio secondo due modalità differenti.

In prima istanza il bilancio è stato effettuato applicando su tutto il bacino in esame il metodo del Curve Number, impiegando in ingresso al modello le precipitazioni meteoriche nette (rif. **Par. 2.3**) e l'uso e il tipo idrologico di suolo dei terreni (rif. **Par. 5.2.1**).

Successivamente si è reimpostato il bilancio impiegando nuovamente il metodo del Curve Number, ma apportando due importanti modifiche (indicato di seguito per semplicità come metodo del Curve Number modificato):

- esclusione delle aree acclivi afferenti i corsi d'acqua, in corrispondenza delle quali l'infiltrazione diretta può essere considerata trascurabile rispetto al ruscellamento superficiale, proprio a causa delle caratteristiche geomorfologiche;
- valutazione del contributo fornito come ricarica alla falda dai corsi d'acqua per infiltrazione lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Si è scelto di realizzare il bilancio idrogeologico seguendo entrambe le metodologie per confrontare i risultati impiegando da un lato il modello applicato in maniera standard e dall'altro apportando le suddette modifiche che hanno consentito di adattarlo ai bacini oggetto del presente studio, rendendo un po' più precisa e vicina alla realtà la descrizione delle modalità di infiltrazione nel terreno e di alimentazione della falda.

Vista e considerata la natura prevalentemente limoso-argillosa dei terreni del Parco Pineta, si è inoltre scelto di impiegare, per ciascun bacino e per ciascuna classe di uso del suolo individuata, un tipo idrologico di suolo di classe D (corrispondente a un terreno con elevata capacità di deflusso).

Di seguito si riportano i risultati dei bilanci effettuati sui singoli bacini idrogeologici, i quali sono riportati integralmente in **Al. 4**.

5.3.1 Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 1

Le tabelle seguenti riassumono i risultati del bilancio idrogeologico sul Bacino 1, realizzato nelle due modalità mettendo a confronto i volumi annui in ingresso (ricarica all'acquifero) e in uscita (sollevati dai pozzi) dalla falda.

Bacino 1 - Metodo SCS - CN												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
I (m ³ /mese)	161.078	157.304	167.348	164.193	170.628	88.473	0	71.316	131.456	176.418	182.039	164.423
									Volume totale in ingresso		1.634.677	m ³ /anno
									Sollevati dai pozzi		1.555.000	m ³ /anno
									BILANCIO ATTIVO		79.677	m ³ /anno

Tabella 1: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number.

Bacino 1 - Metodo SCS - CN modificato													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
I (m ³ /mese)	156.910	149.696	159.903	162.554	169.666	92.340	3.487	68.028	125.050	165.920	176.933	163.635	
											Volume totale in ingresso	1.594.122	m ³ /anno
											Sollevati dai pozzi	1.555.000	m ³ /anno
											BILANCIO ATTIVO	39.122	m³/anno

Tabella 2: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number, applicato non considerando le aree acclivi e tenendo conto dell'alimentazione della falda da parte dei corsi d'acqua.

Per quanto riguarda il sollevato dai pozzi (ved. Tabella in **Al. 4**), nell'elaborazione si è cautelativamente scelto di impiegare la sommatoria dei sollevati massimi dei pozzi considerati (denunce dei prelievi annuali).

I risultati del bilancio non evidenziano particolari problematiche inerenti lo sfruttamento della falda, risultando questo attivo in entrambe le modalità.

Per il mese di luglio, il bilancio realizzato con metodo del CN, mostra una ricarica alla falda nulla, dovuta al fatto che in tale mese l'evapotraspirazione calcolata nel modello risulta maggiore dell'entità delle precipitazioni, facendo di conseguenza risultare l'infiltrazione nei terreni nulla. La ricarica della falda in luglio, valutata invece col metodo del CN modificato risulta diversa da zero per il fatto che anche in tale mese vi è il contributo fornito dall'infiltrazione dai corsi d'acqua.

Un'ulteriore verifica è stata condotta mettendo a confronto la somma delle portate di concessione estraibili dai pozzi presenti nel bacino con le portate mensili in ingresso in falda.

Bacino 1													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
Metodo SCS-CN	62,14	60,69	64,56	63,35	65,83	34,13	0,00	27,51	50,72	68,06	70,23	63,43	I (l/s)
Metodo SCS-CN modificato	60,54	57,75	61,69	62,71	65,46	35,62	1,35	26,25	48,24	64,01	68,26	63,13	I (l/s)
											Sommatoria portate di concessione (l/s)	98,3	I (l/s)

Tabella 3: confronto portate di concessione dei pozzi con portate in ingresso in falda.

In rosso sono indicate le portate mensili in ingresso in falda che risultano inferiori alla portata di concessione totale estraibile dai pozzi presenti nel Bacino 1.

Mentre il bilancio idrogeologico su scala annua è globalmente soddisfatto (tenendo conto nella valutazione dei quantitativi volumetrici d'acqua effettivamente sollevati), risulta esservi invece un possibile squilibrio relativamente alle portate di concessione, cioè le portate potenziali estraibili.

5.3.2 Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 2

Le tabelle seguenti riassumono i risultati del bilancio idrogeologico sul Bacino 2, realizzato nelle due modalità mettendo a confronto i volumi annui in ingresso (ricarica all'acquifero) e in uscita (sollevati dai pozzi) dalla falda.

Bacino 2 - Metodo SCS - CN													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
I (m ³ /mese)	638.239	622.063	665.201	651.617	679.350	334.396	0	264.813	512.416	704.409	728.832	652.609	
											Volume totale in ingresso	6.453.948	m ³ /anno
											Sollevati dai pozzi	6.104.000	m ³ /anno
											BILANCIO ATTIVO	349.948	m ³ /anno

Tabella 4: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number.

Bacino 2 - Metodo SCS - CN modificato													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
I (m ³ /mese)	875.545	686.033	746.855	950.294	923.070	583.503	77.873	225.151	485.726	675.664	905.756	1.013.404	
											Volume totale in ingresso	8.148.874	m ³ /anno
											Sollevati dai pozzi	6.104.000	m ³ /anno
											BILANCIO ATTIVO	2.044.874	m ³ /anno

Tabella 5: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number, applicato non considerando le aree acclivi e tenendo conto dell'alimentazione della falda da parte dei corsi d'acqua.

Per quanto riguarda il sollevato dai pozzi (ved. Tabella in **Al. 4**), nell'elaborazione si è cautelativamente scelto di impiegare la sommatoria dei sollevati massimi registrati nei pozzi considerati e di tener conto anche di alcuni pozzi esterni nelle vicinanze, a valle della chiusura del bacino stesso.

Anche i risultati del bilancio idrogeologico sul Bacino 2 non indicano la presenza di squilibri dovuti ad un eventuale sovrasfruttamento locale delle falde, risultando pienamente in attivo in entrambe le modalità. Il bilancio effettuato impiegando rigorosamente il metodo SCS-CN (**Tabella 4**) mostra, infatti, una differenza tra ricariche e prelievi di circa **350.000 m³**, mentre il bilancio realizzato col medesimo metodo ma modificato (**Tabella 5**) ha condotto ad una differenza molto più significativa, che si attesta attorno ai **2.000.000 m³**.

La sostanziale differenza tra i due risultati dipende dalla quota parte di ricarica alla falda fornita dai corsi d'acqua presenti all'interno del bacino (il Valgrassa, il Fontanile, il Valle Castelnuovo Bozzente e il Gradaluso), i quali forniscono un contributo compreso tra il 30 e il 50%, variabile a seconda del periodo dell'anno e delle precipitazioni meteoriche.

La tabella seguente mette invece a confronto la somma delle portate di concessione estraibili dai pozzi presenti nel bacino con le portate mensili in ingresso in falda.

Bacino 2														
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic		
Metodo SCS-CN	246,23	239,99	256,64	251,40	262,09	129,01	0,00	102,17	197,69	271,76	281,19	251,78	l (l/s)	
Metodo SCS-CN modificato	337,79	264,67	288,14	366,63	356,12	225,12	30,04	86,86	187,39	260,67	349,44	390,97	l (l/s)	
												Sommatoria portate di concessione (l/s)	274,0	l (l/s)

Tabella 6: confronto portate di concessione dei pozzi con portate in ingresso in falda.

In rosso sono indicate le portate in ingresso in falda risultate inferiori alla portata di concessione totale estraibile dai pozzi presenti nel Bacino 2.

Mentre il bilancio idrogeologico su scala annua è globalmente soddisfatto, in alcuni mesi dell'anno si verifica invece uno squilibrio relativamente alle portate di concessione.

Nel bilancio realizzato col metodo del Curve Number, tale criticità si riscontra in tutti i mesi dell'anno, ad eccezione del mese di novembre; nell'elaborazione effettuata col metodo del Curve Number modificato, un certo deficit si ha invece nei quattro mesi estivi e nei mesi di febbraio e ottobre.

5.3.3 Risultati bilancio idrogeologico - Bacino 3

Le tabelle seguenti riassumono i risultati del bilancio idrogeologico sul Bacino 3, realizzato nelle due modalità mettendo a confronto i volumi annui in ingresso (ricarica all'acquifero) e in uscita (sollevati dai pozzi) dalla falda.

Bacino 3 - Metodo SCS - CN													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
I (m ³ /mese)	778.895	759.110	811.875	795.259	829.180	407.288	0	322.230	624.992	859.830	889.701	796.472	
											Volume totale in ingresso	7.874.831	m ³ /anno
											Sollevati dai pozzi	7.428.100	m ³ /anno
											BILANCIO ATTIVO	446.731	m³/anno

Tabella 7: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number.

Bacino 3 - Metodo SCS - CN modificato													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
I (m ³ /mese)	1.060.907	851.463	924.427	1.140.573	1.131.740	710.610	103.371	303.747	643.332	861.679	1.126.585	1.193.288	
											Volume totale in ingresso	10.051.722	m ³ /anno
											Sollevati dai pozzi	7.428.100	m ³ /anno
											BILANCIO ATTIVO	2.623.622	m³/anno

Tabella 8: risultati bilancio idrogeologico realizzato col metodo del Curve Number, applicato non considerando le aree acclivi e tenendo conto dell'alimentazione della falda da parte dei corsi d'acqua.

Per quanto riguarda il sollevato dai pozzi (ved. Tabella in **Al. 4**), nell'elaborazione si è cautelativamente scelto di impiegare la sommatoria dei sollevati massimi registrati nei pozzi considerati e di tener conto anche di alcuni pozzi esterni nelle vicinanze, a valle della chiusura del bacino stesso.

Anche i risultati del bilancio idrogeologico realizzato sul Bacino 3 non evidenziano la presenza di criticità e squilibri nel rapporto ricariche prelievi.

Infatti, il bilancio effettuato impiegando rigorosamente il metodo SCS-CN (ved. **Tabella 7**) mostra una differenza tra ricariche e prelievi di circa **450.000 m³**, mentre il bilancio realizzato col medesimo metodo ma modificato (ved. **Tabella**

8) ha condotto ad una differenza molto più significativa, che si attesta attorno ai **2.600.000 m³**.

Come già spiegato in precedenza, nel Bacino 3, come nel Bacino 2, la sostanziale differenza tra i due risultati dipende dalla quota parte di ricarica alla falda fornita dai corsi d'acqua presenti all'interno del bacino (il Bozzente, il Vaiadiga e l'Antiga), i quali forniscono un contributo variabile tra il 20 e il 60%, a seconda del periodo dell'anno e delle precipitazioni meteoriche.

La tabella seguente mette invece a confronto la somma delle portate di concessione estraibili dai pozzi presenti nel bacino con le portate mensili in ingresso in falda.

Bacino 3														
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic		
Metodo SCS-CN	300,50	292,87	313,22	306,81	319,90	157,13	0,00	124,32	241,12	331,72	343,25	307,28	l (l/s)	
Metodo SCS-CN modificato	409,30	328,50	356,65	440,04	436,63	274,16	39,88	117,19	248,20	332,44	434,64	460,37	l (l/s)	
												Sommatoria portate di concessione (l/s)	244,0	l (l/s)

Tabella 9: confronto portate di concessione dei pozzi con portate in ingresso in falda.

In rosso sono indicate le portate mensili in ingresso in falda risultate inferiori alla portata di concessione totale estraibile dai pozzi presenti nel Bacino 3.

Di conseguenza, mentre il bilancio idrogeologico su scala annua è globalmente soddisfatto in entrambe le elaborazioni effettuate, nei mesi estivi si verifica invece uno squilibrio relativamente alle portate di concessione.

Nel bilancio realizzato col metodo del Curve Number, tale criticità si riscontra in tutti e quattro i mesi estivi mentre nell'elaborazione effettuata col metodo del Curve Number modificato un certo deficit si ha esclusivamente nei mesi di luglio e agosto.

5.4 Considerazioni conclusive

In generale, i risultati del bilancio idrogeologico realizzato per i tre bacini individuati all'interno del territorio del Parco Pineta non mostrano particolari criticità e problematiche inerenti il rapporto tra ricarica e prelievi annuali dalla falda.

Il bilancio idrogeologico è risultato infatti attivo per tutti i tre bacini, mostrando margini più ampi nei Bacini 2 e 3.

La significativa entità di tali margini risulta soprattutto dalle elaborazioni effettuate impiegando il metodo del Curve Number modificato; tale metodo, infatti, tiene conto della quota parte di ricarica alla falda fornita dall'infiltrazione dei corsi d'acqua, non quantificata invece dal modello SCS-CN standard, che per questo tipo di bacini rappresenta un contributo certamente non trascurabile.

Relativamente alle portate di concessione si è verificato che le portate in ingresso mensili (l/s) calcolate mediante bilancio non confermerebbero la sostenibilità del prelievo potenziale attuabile dalle opere di captazione, con deficit soprattutto nei mesi estivi (giugno, luglio e agosto).

Una più accurata valutazione andrebbe tuttavia effettuata verificando la corretta corrispondenza tra portate concesse per ciascuna opera di captazione ed effettivi fabbisogni dell'utenza, con prevedibile riscontro di un certo sovradimensionamento della prima voce (portate di concessione) rispetto alla seconda (fabbisogni effettivi).

6. SINTESI CON INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI CRITICHE

Lo studio condotto ha permesso di definire un quadro conoscitivo completo sull'assetto idrogeologico del territorio del Parco Pineta, con particolare riferimento alle possibili condizioni di criticità idrogeologiche ed ambientali per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque sotterranee.

L'individuazione dei risultati più significativi dello studio e delle suddette possibili condizioni di criticità sono riportate nella "Carta di sintesi" in **Tav. 4**.

La disponibilità idrica sotterranea, in corrispondenza del territorio del Parco Pineta e dei territori di alcuni Comuni fortemente antropizzati siti a S, è strettamente connessa alla presenza di acquiferi siti all'interno di depositi sciolti o fratturati soprastanti rocce impermeabili. Lo spessore degli strati acquiferi e, di conseguenza, la disponibilità idrica aumenta generalmente verso S dove il basamento roccioso impermeabile si trova a profondità via via più elevate.

L'acquifero principale e più rilevante per l'approvvigionamento idropotabile è sito a profondità compresa tra circa di 80 m (settore N) e 40 m (settore S) dalla superficie principale del Pianalto, defluisce verso la pianura a S ed è alimentato da apporti idrici locali connessi al regime delle precipitazioni meteoriche stagionali (limite idrogeologico corrispondente alla dorsale Gonfolitica tra Binago e Olgiate Comasco).

Un'aliquota significativa dell'alimentazione avviene in corrispondenza delle principali incisioni vallive dove il denudamento della copertura superficiale più fine, da un lato favorisce l'infiltrazione in profondità e, dall'altro, rappresenta un fattore di debolezza nei confronti della protezione da possibili contaminazioni antropiche.

Tali aree, unitamente alle altre superfici con copertura superficiale fine assente o di ridotto spessore, sono caratterizzate da una significativa vulnerabilità della falda con grado compreso tra medio ed estremamente elevato. Si tratta di aree del territorio del Parco Pineta che necessitano di maggiore attenzione nei riguardi delle azioni di tutela e di salvaguardia della risorsa idrica sotterranea, proprio perchè prive, o quasi del tutto prive, di coperture fini superficiali poco permeabili con funzione protettiva.

In corrispondenza delle aree più vulnerabili le situazioni di pericolosità locale per la risorsa idrica sotterranea devono pertanto essere rilevate come condizioni di criticità ambientale la cui risoluzione riveste carattere prioritario.

Con questa logica di priorità degli interventi si segnalano due siti, rispettivamente nei Comuni di Venegono Superiore e Venegono Inferiore, interessati o adibiti in passato a discariche incontrollate di rifiuti solidi misti situati proprio in corrispondenza della testata di due impluvi secondari.

Si rileva che sul territorio del Parco potrebbero trovarsi altre aree “occultate” soggette in passato a discarica incontrollata risalenti a prima degli anni 70/80 del secolo scorso, periodo in cui l’abbandono dei rifiuti solidi di provenienza locale all’interno degli impluvi vicini ai centri abitati era una pratica piuttosto comune.

Un’ulteriore elemento di criticità ambientale è dato dalla presenza di alcune aree urbanizzate (residenziali) sprovviste di rete fognaria di collettamento e prive di sistemi individuali di trattamento delle acque reflue. Tali aree sono situate in località Pianbosco nei Comuni di Venegono Superiore e Venegono Inferiore, in Comune di Castelnuovo Bozzente in corrispondenza dell’insediamento “Orizzonte Verde”, in Comune di Appiano Gentile presso le C.ne Fontana / Pagliaccia e nei Comuni di Locate Varesino e Mozzate presso l’insediamento “La Pinetina”.

Tra le aree sopra menzionate si segnala come intervento prioritario il completamento dei sistemi di allontanamento / smaltimento / depurazione della località Pianbosco, vista la vicinanza e pertinenza con il corso del T. Fontanile, pur in presenza del recente impianto di fitodepurazione che invece costituisce presidio di sicurezza che va tuttavia necessariamente monitorato e gestito al fine di assicurare efficacia ed efficienza costante nel tempo.

Anche in questo caso si precisa che probabilmente esistono altre situazioni locali con insediamenti non collettati da censire per i quali, unitamente alle situazioni suddette, è auspicabile l’adozione di soluzioni tecniche che consentano il trattamento locale dei reflui, non risultando possibile il collettamento ed il recapito agli impianti di depurazione comprensoriale.

Si segnala oltre a ciò che all’interno delle aree di pertinenza delle vecchie cascine possono sussistere degli antichi pozzi superficiali utilizzati in passato per scopi domestici (non denunciati al catasto pozzi) per i quali, nel caso di

stato di abbandono, è opportuno favorirne la chiusura con idonee soluzioni per garantire la protezione da possibili sversamenti e veicolamenti nel sottosuolo.

Nell'elaborato di sintesi sono inoltre riportati i punti di recapito ai corsi d'acqua degli scarichi delle acque reflue urbane, concentrati soprattutto all'interno del Comune di Castelnuovo Bozzente alla testata del T. Fontanile (dove probabilmente esistono ancora alcuni insediamenti non collettati e censiti). Tali scarichi già in essere devono comunque essere adeguati alle pertinenti disposizioni del R.R. n. 3 del 26/03/2006 che prevede che gli scarichi in atto siano comunque sottoposti a sistemi per il trattamento dei reflui.

Sulla Carta di Sintesi è indicato anche il tracciato della viabilità autostradale di collegamento tra Varese e Como, in fase previsionale all'interno del P.T. Regionale. Tale infrastruttura, che taglia in direzione E-W il territorio del Parco, costituisce un'opera di dimensioni tali da produrre un impatto considerevole sul regime idrografico e idrogeologico territoriale. In particolare il tracciato interseca le aree di ricarica dei pozzi e delle sorgenti idropotabili site in località Baraggia di Vedano Olona, le aree a elevata vulnerabilità degli acquiferi della stessa località Baraggia e dell'impluvio del T. Fontanile.

La zona della Baraggia si inserisce inoltre all'interno di uno dei tre bacini idrogeologici in cui è stato suddiviso il territorio del Parco che, sebbene con bilancio idrogeologico attivo, presenta limitati margini di potenzialità per l'approvvigionamento idropotabile e possibili situazioni di criticità per i prelievi durante i mesi estivi (giugno, luglio e agosto).

Pertanto l'area della Baraggia, unitamente alle aree limitrofe, costituisce un ambito da sottoporre a specifiche azioni di tutela e controllo della risorsa idrica sotterranea soprattutto in relazione agli approvvigionamenti idropotabili dei Comuni di Vedano Olona e Venegono Superiore.

L'insieme dei risultati ottenuti con lo studio e con il bilancio idrogeologico permette infine di valutare la possibilità di effettuare misure d'incremento dell'aliquota delle acque di infiltrazione. Tali valutazioni riguardano in particolare il reticolo idrografico del Parco al fine di ridurre l'aliquota dei deflussi superficiali che fuoriescono a valle del territorio e creano anche frequenti inconvenienti di natura idraulica agli abitati (es. T. Gradaluso a Locate V. e T. Fontanile di Tradate a Gorla Minore, ecc.).

Si sottolinea che tali misure potranno essere effettuate in seguito agli interventi prioritari delle misure di salvaguardia e tutela delle risorse idriche

precedentemente esposti. Nella carta di sintesi sono state proposte delle aree lungo gli alvei dei principali e più incisi corsi d'acqua, dove realizzare opere con tecniche di ingegneria naturalistica per favorire l'infiltrazione superficiale sul letto dei torrenti o sistemi di drenaggio in profondità per favorire la ricarica diretta dell'acquifero superficiale.

In questo secondo caso è opportuno che la progettazione di sistemi di drenaggio in profondità sia attuata con progetti sperimentali associati ad attività di monitoraggio quali-quantitativo, anche con l'eventuale utilizzo di traccianti, del regime delle acque superficiali e sotterranee.

Si precisa infine che l'insieme degli elementi di sintesi sopra descritti e dei relativi interventi proposti sul territorio necessitano azioni la cui efficacia si inserisce in un contesto di progettazione multidisciplinare e di attività di controllo e monitoraggio sul territorio in sinergia con gli altri Enti preposti (Province e Comuni).

Inoltre la "Carta di Sintesi" e tutti gli elementi in essa contenuti devono essere oggetto di continui aggiornamenti in stretta relazione con la "Carta della Vulnerabilità".

7. DESCRIZIONE DELLE CARTOGRAFIE PRODOTTE

Le tavole del presente studio sono state redatte in formato vettoriale georeferenziato con l'ausilio del software "AutoCAD Map 3D", compatibile con i formati shape-files per il successivo ed eventuale utilizzo con strumenti GIS.

Per ciascuna tavola si è inserita la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 come topografia di base (volo 1994) e si sono utilizzati i segni convenzionali contenuti nella "Carta dei sentieri del Parco Pineta" (Ingenia Editori, 2009) per la mappatura dei limiti amministrativi.

Di seguito vengono invece descritti, con linguaggio il più possibile non tecnico e divulgativo, i contenuti tematici originali e le modalità d'elaborazione delle tavole, al fine di facilitare la comprensione e la divulgazione degli esiti del presente studio idrogeologico.

7.1 Carta idrogeologica

La carta illustra l'assetto idrogeologico del territorio del Parco e contiene informazioni sull'ubicazione dei pozzi, delle sorgenti e sull'idrografia superficiale.

I pozzi e le sorgenti presenti all'interno del territorio del Parco e nelle aree limitrofe direttamente connesse sono stati censiti consultando database geografici a scala provinciale e comunale; successivamente sono stati distinti su differenti strati informativi (layer) che ne descrivono proprietà e tipo di utilizzo.

Il numero (o sigla identificativa) riportato in carta corrisponde all'elenco anagrafico dei pozzi e delle sorgenti in **AII. 1**, che contiene la descrizione delle principali caratteristiche tecniche e costruttive delle opere di captazione.

La geometria dei corpi idrici sotterranei è illustrata con linee di livello isopiezometriche che identificano la più probabile geometria generale delle falda idrica sotterranea (tavola d'acqua); l'andamento è aggiornato al settembre 2009 sulla base di misure di taratura effettuate per il presente studio.

Mediante dei simboli grafici tipo "freccia" viene descritto, a scala locale, il moto del flusso idrico sotterraneo; il verso prevalente delle frecce è orientato da N

verso S ed indica un deflusso idrico da monte verso valle, simile alle condizioni di deflusso che avviene nei corsi d'acqua superficiale, ma con velocità molto più ridotte.

I bacini idrogeologici sono invece individuati in modo significativo, ma comunque approssimato, al fine di descrivere una zona limite presunta e non meglio definibile con maggior dettaglio.

La rappresentazione del reticolo idrico superficiale, degli stagni (o zone umide) e dei bacini idrografici costituisce invece un'utile informazione per valutare i possibili rapporti tra acque superficiali e corpi idrici sotterranei.

7.2 Sezioni idrogeologiche

Le sezioni rappresentano uno spaccato verticale delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo in corrispondenza del territorio del Parco.

In particolare, secondo le tracce riportate sulla "Carta idrogeologica", sono stati costruiti cinque profili: due N-S, longitudinali alla disposizione dominante dei corpi geologici ed idrici sotterranei (unità idrogeologiche), e tre W-E.

Per l'elaborazione delle sezioni si è scelto di adottare una scala verticale più precisa rispetto a quella orizzontale per visualizzare con maggior dettaglio e resa grafica le caratteristiche geometriche delle unità idrogeologiche.

Le sezioni longitudinali N-S mostrano una zona di alto del substrato roccioso nel settore N e la tendenza delle unità ad approfondirsi e aumentare di spessore verso S; con le sezioni trasversali W-E si osserva che tale approfondimento è relativamente più marcato nel settore W.

Dalle sezioni si può inoltre rilevare la profondità e la continuità laterale delle coperture fini superficiali, che svolgono funzione di protezione dall'inquinamento, o l'eventuale assenza per asportazione dovuta a fenomeni di erosione.

Infine è possibile effettuare una valutazione di massima dello spessore dei corpi idrici sotterranei (strati acquiferi) e della soggiacenza della falda idrica principale.

7.3 Carta della vulnerabilità degli acquiferi

La carta delle vulnerabilità è utile per effettuare valutazioni sulla suscettibilità all'inquinamento della risorsa idrica sotterranea e per pianificare strategie di previsione e prevenzione dell'inquinamento.

La carta in primo luogo identifica delle aree con uguale grado di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi; tali aree sono individuate e descritte in una tabella a 6 colonne, ciascuna relativa ad uno dei gradi di vulnerabilità intrinseca previsti (ee - estremamente elevata; e - elevata; a - alta; m - media; b - bassa; bb - bassissima).

Il grado di vulnerabilità è stato determinato sulla base delle caratteristiche di permeabilità e spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali inquinanti idroveicolati), prima di raggiungere la falda acquifera, e delle caratteristiche idrogeologiche del tipo di acquifero.

Pertanto nella suddetta tabella, riportata in legenda, per ogni area classificata da ugual grado di vulnerabilità vengono indicate:

- la permeabilità dei terreni superficiali: A alta superiore a 10^{-3} m/s; M media compresa tra 10^{-3} m/s e 10^{-5} m/s; B bassa compresa tra 10^{-5} m/s e 10^{-7} m/s; BB molto bassa inferiore a 10^{-7} m/s;
- il tipo di acquifero che determina un diverso livello di protezione (libero, semi-confinato o confinato);
- lo spessore dei depositi fini di protezione superficiale;
- la profondità alla quale si trova la falda idrica rispetto al p.c. (soggiacenza inferiore o superiore a 35 m);
- la presenza di corsi d'acqua sospesi che determinano l'alimentazione naturale della falda.

La carta riporta inoltre con simboli puntuali e areali le attività elencate in **AII. 3**, che possono essere classificate quali "potenziali" produttori di inquinamento, ed altre situazioni di pericolo per la risorsa idrica.

7.4 Carta di sintesi

La carta di sintesi costituisce una tavola derivata dagli altri elaborati dello studio sopra descritti, finalizzata ad individuare le condizioni ritenute più critiche per gli aspetti quali-qualitativi della risorsa idrica sotterranea e a proporre degli interventi mirati sul territorio, al fine di effettuare azioni di tutela della risorsa idrica e di gestione congiunta e strategica delle acque superficiali e sotterranee.

In merito agli aspetti qualitativi sono state individuate e messe in risalto le zone caratterizzate da significativa vulnerabilità della falda, che corrispondono alle aree con grado di vulnerabilità compreso tra medio ed estremamente elevato descritte al 4.2 della presente relazione, dove gli interventi geologico ambientali rivestono carattere prioritario.

All'interno di queste aree sono stati riprese e contestualizzate le seguenti tematiche della "Carta della vulnerabilità degli acquiferi":

- l'area produttiva della Star S.p.a. di Oltrona San Mamette con problematiche ambientali in corso di bonifica;
- le aree interessate o adibite in passato a discarica incontrollata di rifiuti solidi misti, censite sulla base delle informazioni fornite dall'Ente Parco e sulla memoria storica locale;
- i punti di recapito nei corpi idrici di acque reflue urbane in relazione alla loro posizione rispetto alla presenza di opere di captazione che servono pubblici acquedotti.
- le aree urbanizzate (residenziali) sprovviste di rete fognaria;
- le infrastrutture che possono avere un impatto significativo sul regime idrografico e idrogeologico, quali la prevista viabilità autostradale di collegamento tra Varese e Como, ad oggi programmata nel P.T. Regionale;
- gli allevamenti zootecnici.

In merito agli aspetti quantitativi in carta è stata individuata l'area del bacino idrogeologico n. 1, dove il bilancio ricarica/prelievi è attivo ma con margini limitati soprattutto nei mesi estivi (giugno, luglio e agosto).

Inoltre sono stati individuati i tratti dei corsi d'acqua principali dove le condizioni sono favorevoli per favorire artificialmente, mediante interventi da progettare con dettaglio, i processi di infiltrazione in falda.

8. CONCLUSIONI E CRITERI PER LA TUTELA DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA

8.1 Considerazioni generali sui risultati dello studio

Le finalità dello studio redatto sono strettamente connesse con alcuni adempimenti istituzionali dell'Ente Parco, che deve infatti applicare quanto previsto in ambito "idrogeologico" da alcuni specifici articoli del Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.).

Lo studio redatto costituisce infatti una fase del Piano di Settore "Tutela geologica ed idrogeologica", così come previsto dall'Art. 7 delle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) del P.T.C.

In particolare i contenuti tecnici dello studio consentono di mettere a disposizione dell'Ente Parco uno strumento di supporto decisionale per:

- l'esercizio delle azioni di tutela delle acque sotterranee sia in termini qualitativi che quantitativi, come anche indicato dall'Art. 21 delle citate N.T.A. del P.T.C.;
- l'espressione dei pareri di competenza relativamente alle nuove richieste di concessione di derivazione, in attuazione del comma 3 dell'Art. 21 delle N.T.A. del P.T.C.

Per conseguire tale finalità lo studio si compone di una relazione descrittiva e di allegati tecnici e cartografici che riportano, fra i vari contenuti, una mappatura delle derivazioni (pozzi pubblici e privati), dei principali scarichi idrici, delle criticità ambientali e dei centri pericolo attualmente presenti all'interno del territorio del Parco, nonché di una classificazione del territorio in base al grado di vulnerabilità quantitativa e qualitativa della falda idrica sotterranea.

Lo studio è stato supportato e preceduto dall'acquisizione di dati relativi alle tematiche idrogeologiche, ai dati meteorologici, a dati tecnici e di portata dei pozzi per acqua presenti nel territorio di interesse e ha tenuto debitamente conto degli studi di base già disponibili presso i Comuni interessati, le Province e le Autorità d'ATO provinciali.

8.2 Contenuti particolari dello studio

Oltre ai contenuti sopra richiamati, lo studio redatto ha permesso di accertare che il territorio del Parco Pineta costituisce il bacino di alimentazione della falda idrica superficiale che defluisce più a Sud nei territori di alcuni Comuni fortemente antropizzati ed in continua espansione urbanistica (es. Venegono Sup., Venegono Inf. , Tradate, Mozzate, Cislago, Limido Comasco, Lurago Marinone ecc.).

Tale condizione rende il territorio del Parco Pineta interessante ai fini della ricerca idrica di acque sotterranee da destinare al consumo umano, in quanto territorio ben poco impattato dal punto di vista degli insediamenti antropici e, più in generale, di centri di pericolo per la qualità della falda idrica.

Relativamente a tale aspetto, lo studio, ed in particolare il bilancio idrogeologico che è stato effettuato, ha permesso di conseguire alcuni risultati di particolare rilevanza ai fini della gestione e tutela della falda idrica sotterranea.

Innanzitutto il bilancio idrogeologico di massima ha dimostrato che nel territorio del Parco Pineta sussiste attualmente un sostanziale “attivo” tra ricarica della falda idrica sotterranea e prelievi in atto. Pertanto si possono considerare compatibili non sole le condizioni attuali, ma anche ulteriori incrementi che si dovessero realizzare nel prossimo futuro, soprattutto nei sottobacini principali (bacino 2 e 3).

Poiché tale condizioni favorevole risulta strettamente dipendente dall’aliquota di acque meteoriche che si infiltrano lungo le aste dei corsi d’acqua, emerge anche un giudizio generale favorevole circa le ipotesi di favorire artificialmente, mediante interventi da progettare con dettaglio, tali processi di infiltrazione.

Questi interventi avrebbero anche lo scopo di ridurre l’aliquota dei deflussi superficiali, consentendo una riduzione delle portate di colmo che, fuoriuscendo dal reticolo del Parco, creano anche frequenti inconvenienti di natura idraulica agli abitati (es. T. Gradaluso a Locate V. e T. Fontanile di Tradate a Gorla Minore, ecc.).

Ovviamente tale ipotesi deve parallelamente vedere attuate misure di salvaguardia del territorio (con riferimento specifico agli scarichi nel reticolo idrografico del Parco) al fine di garantire una qualità di base più che accettabile delle acque di infiltrazione che vanno poi ad alimentare la falda idrica sotterranea.

8.3 Monitoraggio dei dati di interesse

Poichè la definizione di un “bilancio idrogeologico” di un territorio morenico di sbocco sulla pianura, quale quello del Parco Pineta, rappresenta un’elaborazione complessa e dipendente da numerose variabili difficilmente ben quantificabili, nel presente studio si è raggiunto un grado di dettaglio semiquantitativo (bilancio di massima) che, tuttavia, pone le basi per eventuali approfondimenti successivi.

Risulta pertanto di significativa importanza approfondire i dati idrometrici dei corsi d’acqua del territorio del Parco (esempio tre stazioni idrometriche in corrispondenza degli attraversamenti stradali esistenti sui corsi dei T. Fontanile di Tradate, Fosso Gradaluso e T. Bozzente) e valutare più correttamente la capacità dispersiva e l’infiltrazione efficace che si attua sulle aste dei corsi d’acqua.

Dovrebbe inoltre essere promosso un progetto pilota relativo ad interventi atti a favorire la naturale infiltrazione delle acque meteoriche e che dovrebbe prevedere anche il monitoraggio piezometrico della falda in corrispondenza di alcuni pozzi o piezometri presenti (es. in Comune di Venegono Inf. e Tradate).

8.4 Criteri generali di tutela della risorsa idrica

La prevenzione dall’inquinamento delle acque sotterranee nel territorio del Parco Pineta, in linea con i disposti dell’Art. 21 del P.T.C., è perseguibile attraverso le azioni di:

- controllo e limitazione dello scarico di acque nel sottosuolo, soprattutto presso gli insediamenti che potrebbero alterare la qualità delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici dell’insediamento stesso, per tipo di attività svolta e sostanze depositate;
- incentivazione all’adozione di sistemi di depurazione o di primo trattamento presso gli insediamenti agricoli isolati e presso le lottizzazioni ed i villaggi residenziali in linea con le disposizioni regionali in materia;
- controllo e repressione dei fenomeni di scarico abusivo, soprattutto lungo le sedi viarie principali che attraversano il territorio del Parco (es. SP 19

e strada per Appiano Gentile) e soprattutto se avvengono in prossimità degli attraversamenti di corsi d'acqua;

La prevenzione di fenomeni di depauperamento della risorsa idrica sotterranea è perseguibile attraverso le azioni di:

- valutazione della compatibilità delle nuove derivazioni da pozzo, soprattutto in relazione all'uso della risorsa, alla portata estratta e alla localizzazione nelle aree in equilibrio o con ridotto margine di bilancio idrogeologico.

La prevenzione dall'inquinamento delle acque superficiali nel territorio del Parco Pineta, in linea con i disposti dell'Art. 21 del P.T.C., è perseguibile attraverso le azioni di:

- controllo e limitazione degli scarichi da reti fognarie o acque dilavanti superfici con rischio di contaminazione;
- controllo e repressione dei fenomeni di scarico abusivo di reflui, soprattutto se non sottoposti ad alcun trattamento o depurazione.

I suddetti criteri possono essere applicati in maniera mirata facendo riferimento agli elaborati cartografici dello studio condotto, ed in particolare ai contenuti della "Carta di sintesi" (**Tav. 4**).

8.5 Priorità di intervento

Lo studio condotto ha permesso di definire un quadro conoscitivo completo sull'assetto idrogeologico del territorio del Parco Pineta, con particolare riferimento alle possibili condizioni di criticità idrogeologiche ed ambientali per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque sotterranee.

L'individuazione dei risultati più significativi dello studio e delle suddette possibili condizioni di criticità sono riportate nella "Carta di sintesi" in **Tav. 4**.

In corrispondenza delle aree caratterizzate da una significativa vulnerabilità della falda le situazioni di pericolosità locale per la risorsa idrica sotterranea devono essere rilevate come condizioni di criticità ambientale la cui risoluzione riveste carattere prioritario.

Con questa logica di priorità degli interventi si segnalano due siti, rispettivamente nei Comuni di Venegono Superiore e Venegono Inferiore, interessati o adibiti in passato a discariche incontrollate di rifiuti solidi misti situati in corrispondenza della testata di due impluvi secondari.

Si rileva che sul territorio del Parco potrebbero trovarsi altre aree “occultate” soggette in passato a discarica incontrollata risalenti a prima degli anni 70/80 del secolo scorso, periodo in cui l’abbandono dei rifiuti solidi di provenienza locale all’interno degli impluvi vicini ai centri abitati era una pratica piuttosto comune.

Un’ulteriore elemento di criticità ambientale è dato dalla presenza di alcune aree urbanizzate (residenziali) sprovviste di rete fognaria di collettamento e prive di sistemi individuali di trattamento delle acque reflue. Tali aree sono situate in località Pianbosco nei Comuni di Venegono Superiore e Venegono Inferiore, in Comune di Castelnuovo Bozzente in corrispondenza dell’insediamento “Orizzonte Verde” e in Comune di Appiano Gentile presso le C.ne Fontana / Pagliaccia e nei Comuni di Locate Varesino e Mozzate presso l’insediamento “La Pinetina”.

Tra le aree sopra menzionate si segnala come intervento prioritario il completamento dei sistemi di allontanamento / smaltimento / depurazione della località Pianbosco, vista la vicinanza e pertinenza con il corso del T. Fontanile, pur in presenza del recente impianto di fitodepurazione che invece costituisce presidio di sicurezza che va tuttavia necessariamente monitorato e gestito al fine di assicurare efficacia ed efficienza costante nel tempo.

Anche in questo caso si precisa che probabilmente esistono altre situazioni locali con insediamenti non collettati da censire per i quali, unitamente alle situazioni suddette, è auspicabile l’adozione di soluzioni tecniche che consentano il trattamento locale dei reflui, non risultando possibile il collettamento ed il recapito agli impianti di depurazione comprensoriale.

Nell’elaborato di sintesi sono inoltre riportati i punti di recapito ai corsi d’acqua degli scarichi delle acque reflue urbane, concentrati soprattutto alla testata del T. Fontanile.

Per quanto attiene il tracciato della viabilità autostradale di collegamento tra Varese e Como, in previsione nel P.T. Regionale, si rileva che l’opera interseca le aree di ricarica dei pozzi e delle sorgenti idropotabili siti in località Baraggia di Vedano Olona.

La zona della Baraggia, sebbene sia caratterizzata da bilancio idrogeologico attivo, presenta limitati margini di potenzialità per l'approvvigionamento idropotabile e possibili situazioni di criticità per i prelievi durante i mesi estivi (giugno, luglio e agosto).

Pertanto l'area Baraggia, unitamente alle aree limitrofe, costituisce un ambito da sottoporre a specifiche azioni di tutela e controllo della risorsa idrica sotterranea soprattutto in relazione agli approvvigionamenti idropotabili in atto da parte dei Comuni di Vedano Olona e Venegono Superiore.

Dott. Geol. Marco Parmigiani

Bibliografia

ANPA 2001 - Linee-guida per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento.

Bini A. e Zuccoli L., *Geologia Insubrica* 6/2 2001, 19-63 - Geologia di sottosuolo della Valle Olona tra Malnate e Lonate Ceppino (Varese).

BINI A.(1987) – L'apparato glaciale Wurmiano di Como. - Tesi di Dottorato, AA. 1987, Università di Milano.

BINI A. (1997) - Stratigraphy, chronology and paleogeography of quaternary deposits of the area between the Ticino and Olona rivers (Italy – Switzerland).

BINI A., FELBER. M., POMICINO N., ZUCCOLI L. (2001) – Geologia del Mendrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene e Quaternario.

CERBINI G. (1992) – Il manuale delle acque sotterranee.

CESTARI F. (1990) - Prove geotecniche in sito.

CIVITA M. (1990) – Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. Pitagora Edit., Bologna, 13 p.

CIVITA M. (1991) – La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. - Atti 1° Convegno Nazionale "Protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi". Marano s.P., 3, 39-86.

CITA M.B., GELATI R., GREGNANIN A. (1990) – Alpi e Prealpi Lombarde - Guide geologiche regionali a cura della società geologica italiana.

CNR - G.N.D.C.I - FRANCANI V, CIVITA M.(1988) – Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.

ERSAL (1988): PROGETTO CARTA PEDOLOGICA – I suoli del "Parco Pineta di Appiano Gentile - Tradate" e aree limitrofe.

GELATI R., NAPOLITANO A., VALDISTURLO A. (1988) – La "Gonfolite Lombarda": stratigrafia e significato nell'evoluzione del margine sudalpino.

MAESTRELLO H, RIGAMONTI, UGGERI A. (1996) - Carte della vulnerabilità intrinseca in ambiente di anfiteatro morenico: due esempi dalla Brianza Comasca. - Atti II Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze, Dicembre 1993.

POLITECNICO DI MILANO (2004) – Studio idrogeologico della parte meridionale della Provincia di Como.

POLO SCIENTIFICO TECNOLOGICO LOMBARDO S.p.A. (2007) – Studio idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili.

PROVINCIA DI VARESE (1999) – Piano di previsione e prevenzione di Protezione Civile. Rischio idraulico e rischio dighe.

REGIONE LOMBARDIA – ENI (2002) – Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.

ZUCCOLI L. (1997) – Geologia dell'Alta Pianura Lombarda tra i Pianalti di Casteleseprio e Tradate-Appiano Gentile. Tesi di dottorato di ricerca. Università degli studi di Milano.