



COMUNE DI VERDELLINO

PROVINCIA DI BERGAMO

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO

COMUNALE - L.R. 41/97

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

I TECNICI:

Dr. MARIO SPADA

Dr. GIAN MARCO ORLANDI

Con la collaborazione di:

Dr. SUSANNA BIANCHI

FEBBRAIO 2001

INDICE

RELAZIONE TECNICA

Capitolo 1 – Inquadramento generale

1.1 PREMESSA _____	5
1.2 METODOLOGIA DI INDAGINE _____	6
1.3 PRESENTAZIONE DEL TERRITORIO _____	9
1.4 INQUADRAMENTO SULLE PROBLEMATICHE DEL COMUNE _____	10
1.5 RICERCA STORICA: DETTAGLIO DEI PROBLEMI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI __	11
1.5.1 <i>PROBLEMATICHE DI CARATTERE IDRAULICO</i> _____	11
1.5.2 <i>PROBLEMATICHE DI CARATTERE IDROGEOLOGICO</i> _____	12
1.6 DATI IDRAULICI SUL TORRENTE MORLA (O MORLETTA) _____	13
1.7 VINCOLISTICA _____	14
1.8 INQUADRAMENTO METEO - CLIMATICO _____	16
1.8.1 <i>DATI GENERALI DI INQUADRAMENTO</i> _____	16
1.8.2 <i>DATI PUNTUALI SULL'AREA</i> _____	17
1.9 ELABORAZIONI CLIMATICHE ED IDROLOGIA _____	20

Capitolo 2 - Descrizione delle carte tematiche

2.0 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE _____	23
2.1 CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI _____	24
2.2 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' _____	30
2.2.1 <i>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</i> _____	30
2.2.2 <i>DESCRIZIONE DELLA CARTA</i> _____	34
2.2.3 <i>CENSIMENTO DEI POZZI DEL TERRITORIO COMUNALE</i> _____	39
2.3 SEZIONE IDROGEOLOGICA _____	41
2.4 CARTA GEOLOGICO-APPLICATIVA _____	43
2.5 CARTA DI SINTESI _____	48
2.6 CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DI PIANO _____	54

Capitolo 3 - Considerazioni conclusive

3.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE _____	60
3.1.1 <i>AZZONAMENTO IN CLASSI DI FATTIBILITA' DEL COMUNE</i> _____	60
3.1.2 <i>ULTERIORI INDICAZIONI</i> _____	62
3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI _____	64
3.3 BIBLIOGRAFIA _____	67

TAVOLE GRAFICHE

Tavola n° 1:	Carta geomorfologica con elementi geopedologici	scala	1:10.000
Tavola n° 2:	Carta idrogeologica e della vulnerabilità	scala	1:10.000
Tavola n° 3:	Sezione idrogeologica	scala	1:10.000
Tavola n° 4:	Carta geologico-applicativa (3 tavole)	scala	1:2.000
Tavola n° 5:	Carta di sintesi	scala	1:5.000
Tavola n° 6:	Carta della fattibilità geologica (3 tavole)	scala	1:2.000
Tavola n° 7:	Carta della fattibilità geologica	scala	1:10.000

ALLEGATI (vedi faldone fuori testo)

Allegato n° 1: Corografia, scala 1:25.000

Allegato n° 2: Dati climatici (tabelle e grafici)

- a- Stazione di Brembate Sotto Precipitazioni medie mensili '21-73
Giorni piovosi '21-50
Precipitazioni max 1-5 gg '21-50
- b- Stazione di Stezzano Precipitazioni medie mensili '58-89
Giorni piovosi '58-89
- c- Stazione di Bergamo Precipitazioni medie mensili 880-981
Giorni piovosi 1880-1981
Temperature medie '26-82
Temperature assolute '26-82

Allegato n° 3: Dati idrogeologici

- a- Carta idrogeologica, scala 1:50.000
- b- Sezione idrogeologica nord-sud
- c- Sezione idrogeologica ovest-est
- d- Pozzo di Boltiere – dati freaticometrici 1988-2000 (tabella e grafico)
- e- Pozzo di Levate – dati freaticometrici 1988-2000 (tabella e grafico)
- f- Scheda censimento pozzi
 - n° 1 pozzo APB1
 - n° 2 pozzo APB2
 - n° 3 pozzo APB7
 - n° 4 pozzo C1a
- g- Decreto 7943 del 29/03/00 per le aree di salvaguardia dei pozzi
- h- Delimitazione aree di salvaguardia pozzi APB1-2-7

COMUNE DI VERDELLINO

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE AI

SENSI DELLA L.R. n° 41 del 24/11/97

CAPITOLO PRIMO

INQUADRAMENTO GENERALE

1.1 PREMESSA

Il Comune di Verdellino, che è in fase di approntamento del nuovo P.R.G., per predisporre una pianificazione che tenga conto delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del proprio territorio, in adempimento a quanto previsto dalla L.R. 41/97, ha avviato contestualmente anche lo studio geologico del territorio.

L'incarico è stato affidato agli scriventi, iscritti all'Ordine dei Geologi della Lombardia, rispettivamente ai numeri 152 e 963.

Detto studio si propone di:

- fare un quadro preciso, dal punto di vista geologico, idrogeologico e geologico-tecnico del territorio,
- individuare le aree a potenziale rischio, dal punto di vista geologico, idrogeologico ed idrologico,
- verificare la congruità o meno dello strumento urbanistico in fase di predisposizione ed eventualmente guidarne le scelte, nell'ottica di una corretta gestione fisica del territorio stesso.

Il presente elaborato è uno strumento a supporto della pianificazione e della programmazione urbanistica, per cui ha lo scopo di raccogliere i dati ed i parametri geologici principali nella globalità del Comune per evidenziare vocazioni e limitazioni d'uso del territorio.

Si tratta chiaramente di un documento in parte interpretativo.

Si è cercato di ridurre al minimo la parte interpretativa ampliando al massimo la quantità e la qualità dei dati raccolti e valutandoli in funzione delle esperienze acquisite nel tempo sul campo dei problemi ambientali e del territorio.

Si precisa che questo strumento non può e non deve in alcun modo essere considerato sostitutivo delle indagini geologiche, idrogeologiche e geognostiche puntuali e di dettaglio per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva previste dal D.M. 11/03/88, in quanto si tratta di indagine in ampio e non in dettaglio.

Si ringraziano per la collaborazione fornita alla stesura del presente studio geologico: l'Amministrazione Comunale di Verdellino, l'Ufficio Tecnico del Comune stesso, la Provincia di Bergamo, la Regione Lombardia., il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e la SIA, Società di gestione dell'acquedotto della Media Pianura Bergamasca.

1.2 METODOLOGIA DI INDAGINE

Per i criteri di indagine e l'individuazione dei contenuti essenziali del presente studio geologico ci si è rifatti principalmente alla Delibera della Giunta della Regione Lombardia n° 6/37918 del 06/08/98 pubblicata sul B.U.R.L. del 8 settembre 1998 “*Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art. 3 della L.R. 41/97*” ed alla D.G.R. n° 6/40966 del 15/01/99 “*Legende di riferimento ed ulteriore documentazione da allegare allo studio geologico L.R. 41/97*” oltre che alle altre leggi, sia statali che regionali, in materia di difesa del suolo e protezione dai dissesti idrogeologici e sismici (L. 183/89, L.R. 33/88, L. 102/90, Piani Stralcio dell'Autorità di Bacino del Po, 267/98).

Il presente lavoro è articolato nel seguente modo:

- *Relazione tecnica illustrativa:*
 - capitolo 1: dati generali di inquadramento del Comune ed individuazione, anche su base storica, delle principali problematiche idrogeologiche

- capitolo 2: commento e discussione delle carte tematiche
- capitolo 3: considerazioni conclusive, riferimenti normativi ed allegati
- *Documentazione cartografica:*
 - Carta geomorfologica con elementi geopedologici, scala 1:10.000
 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità, scala 1:10.000
 - Sezione idrogeologica, scala 1:10.000 – 1:2.000
 - Carta geologico-applicativa (3 tavole), scala 1:2.000
 - Carta di sintesi, scala 1:5.000
 - Carta di fattibilità geologica (3 tavole), scala 1:2.000
 - Carta di fattibilità geologica, scala 1:10.000
- *Allegati:*
 - Dati meteorologici elaborati
 - Dati di carattere idrogeologico (sezioni generali, oscillazioni falda, schede dei pozzi, aree di salvaguardia)

Il lavoro è stato svolto secondo i riferimenti normativi citati, operando scelte autonome e varianti rispetto agli standard proposti in fase di rilevamento.

Gli argomenti sono stati trattati in modo da rendere la documentazione più chiara e completa possibile.

Nelle prime fasi del lavoro è stata effettuata la raccolta e la valutazione dei dati geologici disponibili sia su pubblicazioni scientifiche che da precedenti lavori eseguiti sul territorio comunale.

I dati sono stati raccolti presso vari organismi ed Enti e precisamente:

- Archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale

- Regione Lombardia – Servizio Geologico
- Provincia di Bergamo – Settori: Acque, Servizio Idrico Integrato, Discariche e bonifiche, Territorio (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Piano Paesistico Provinciale), Ufficio Cave
- Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca
- SIA – Società che gestisce l'acquedotto della media Pianura Bergamasca
- Biblioteche specializzate (Università degli Studi di Milano, Museo di Sc. Naturali di Bergamo, ecc.)

Ulteriori dati ed informazioni di carattere geologico-tecnico sono stati richiesti anche alle Ferrovie dello Stato, all'ALER, all'A.R.P.A. di Bergamo (ex P.M.I.P.), a vari professionisti ed a diverse ditte di indagini geognostiche e di perforazione pozzi che hanno operato ed operano nel territorio.

Tutti gli studi e le pubblicazioni utilizzate per la redazione del presente studio sono puntualmente indicati nell'allegata bibliografia.

Insieme alla raccolta ed alla verifica dei dati è stato portato avanti il rilevamento geologico – geomorfologico dell'intero territorio comunale alla scala 1:5.000 ed alla scala 1:2.000.

Per la cartografia di rilievo e di rappresentazione sono state utilizzate:

Scala 1:25.000 - Carte I.G.M. foglio 46 IV NE

Scala 1:10.000 - Carta Tecnica Regione Lombardia, carte C5a4-C5a5-C5b4-C5b5

Scala 1:5.000 base cartografica da rilievo aerofotogrammetrico del Comune

Scala 1:2.000 base cartografica da rilievo aerofotogrammetrico del Comune.

La fotogrammetria utilizzata è molto recente (1999), in quanto è stata commissionata dal Comune alla Ditta RATI di Firenze proprio per la predisposizione del nuovo P.R.G. La stessa è realizzata su supporto informatico ed accompagnata da una congrua documentazione di foto aeree a diverse scale, foto rivelatesi molto utili anche per la predisposizione della carta geomorfologica - geopedologica.

1.3 PRESENTAZIONE DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Verdellino si trova nella media Pianura Bergamasca, a circa 10-11 Km da Bergamo.

La superficie totale del Comune è di 3,68 Km², di cui indicativamente il 70% è già stata urbanizzata.

I limiti amministrativi del Comune sono: a nord con Levate ed Osio Sotto, a sud con Ciserano, ad est con Verdello e ad ovest con Boltiere e con Osio Sotto.

Il territorio è pianeggiante e va da una quota massima di 180 m a nord ad un minimo di 157-158 nella parte sud del territorio, con un dislivello di 22-23 metri.

L'estensione massima del territorio in direzione nord-sud è di circa 3 Km, mentre quella est-ovest è meno di 2 Km.

Il nucleo abitativo principale del Comune è sviluppato intorno al vecchio nucleo storico di Verdellino; la porzione sud del territorio è tutta zona industriale-artigianale, mentre la parte sud-ovest è costituita da lottizzazioni residenziali recenti e da strutture sportive; a queste zone vanno aggiunte alcune cascine sparse.

Tutta la porzione nord e nord-ovest è attualmente non edificata e lasciata a campagna coltivata.

L'elemento naturale principalmente caratterizzante è il torrente Morla (o Morletta), che attraversa il territorio comunale da nord a sud, con andamento divagante, al limite con il confine di Verdello.

A questo si affiancano una serie di rogge e canali per l'irrigazione, di cui la principale è la Roggia Brembilla.

La conformazione del territorio è legata alla natura geologica: sono tutti depositi di natura fluvioglaciale, legati alle ultime fasi glaciali, cui si è sovrainposta, nel tempo, l'azione erosiva e deposizionale del torrente Morla.

1.4 INQUADRAMENTO SULLE PROBLEMATICHE DEL COMUNE

Il Comune di Verdellino è un comune di pianura e le sue principali problematiche sono quelle legate all'esondazione dei corsi d'acqua ed ai problemi di gestione e tutela delle acque sotterranee.

Rapidamente le problematiche di carattere generale possono essere riassunte come segue:

- Problemi a carattere idraulico-irriguo
 - Il principale è legato alla presenza del torrente Morla (o Morletta) che attraversa il territorio Comunale, con possibilità di esondazione da parte dello stesso torrente.
 - Altri problemi sono legati alla presenza delle rogge per irrigazione che nei momenti della pioggia intensa possono essere soggette a fuoriuscita.
 - Un ultimo problema è legato alla notevole impermeabilizzazione della parte sud del territorio e la conseguente difficoltà di smaltire le acque bianche.
- Problemi legati alle acque potabili:

- Il problema storico principale che ha interessato il Comune è stato quello dell'inquinamento dei pozzi pubblici da atrazina del 1985-89;
- Attualmente il Comune ha attivo 1 solo pozzo ad uso alimentare, mentre nel territorio di Verdellino, parte nord, ricadono 3 pozzi di un campo pozzi della Provincia di Bergamo che servono l'acquedotto della Media Pianura Bergamasca; per i sopracitati pozzi è importante la valutazione della tutela e salvaguardia.

1.5 RICERCA STORICA: DETTAGLIO DEI PROBLEMI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Di seguito vengono brevemente elencate, in dettaglio, le principali problematiche passate e presenti di carattere geologico ed idrogeologico del Comune emerse dai presenti studi, da lavori precedenti nell'area, dalla ricerca bibliografica e storica e dai colloqui con i Responsabili dell'Ufficio Tecnico Comunale e con alcuni abitanti del Comune.

1.5.1 PROBLEMATICHE DI CARATTERE IDRAULICO

Il torrente Morla o Morletta corre lungo il confine orientale del territorio Comunale, al limite con l'abitato di Verdello.

Relativamente a suoi problemi di esondazione sono stati ritrovati i presenti dati:

- ◆ Lo "Studio idrogeologico delle esondazioni dei fiumi Adda, Brembo e Serio" di Bendotti et al. (1988) segnala per il torrente Morla, nella zona di Verdello-Verdellino 5 eventi di esondazione tra il 1882 ed il 1987; l'ultimo evento segnalato è del 1981. I danni che vengono riportati sono danni a colture e bestiame, per cui è

presumibile avvenga una esondazione nella zona in cui scorre fuori dal centro abitato.

- ◆ Un'ampia fascia con rischio di esondazione, valutata sia su base idraulica che storica, è segnalata nel Comune di Verdellino anche dallo studio del prof. Paoletti per la redazione del Piano territoriale di Coordinamento Provinciale.
- ◆ I colloqui effettuati con l'Ufficio Tecnico e con alcuni abitanti hanno confermato questa possibilità di esondazione della Morla, anche se nessuno ha segnalato danni gravi a strutture di tipo civile e/o a persone.

Sempre dal punto di vista idraulico lo studio di Bendotti et al. segnala nel novembre 1951, un'esondazione del fiume Brembo (che si trova ad una distanza di oltre 3 Km).

In quella occasione il Brembo ha allagato i Comuni di Verdello, Osio, Capriate e Brignano.

L'altro problema segnalato dall'Ufficio Tecnico, ed indicato con una ricorrenza anche frequente (pochi anni di tempo di ritorno dell'evento) è quello relativo all'esondazione delle rogge, soprattutto nella parte nord del territorio Comunale.

Queste esondazioni, a volte, interessano anche il centro abitato perché l'acqua che fuoriesce corre lungo le strade.

1.5.2 PROBLEMATICHE DI CARATTERE IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico il principale problema che ha interessato il Comune di Verdellino è stato quello dell'inquinamento da atrazina e pesticidi.

Il problema emerge nel maggio-giugno 1986, anche se probabilmente il fenomeno era già in corso da tempo, con la messa in luce di inquinamenti da atrazina e diserbanti in diverse zone della Lombardia.

In provincia di Bergamo, nell'area tra Treviglio, Bergamo ed i fiumi Oglio ed Adda vengono chiusi i pozzi in 46 Comuni.

In quella occasione circa 130.000 persone non hanno potuto utilizzare l'acqua potabile, e la stessa è stata fornita, in attesa di perforare nuovi pozzi, con autocisterne e sacchetti di plastica (dati ripresi da "Il dissesto idrogeologico ed ambientale in Italia dal dopoguerra al 1990" – esperienza diretta di uno degli scriventi – dati del dr. Pezzera ARPA di Bergamo).

Nel caso specifico di Verdellino l'inquinamento colpisce i pozzi Comunali che vengono chiusi perché inquinati.

Alla fine del 1986 viene perforato un nuovo pozzo, nella stessa zona dei precedenti, ma molto più profondo, che pompa l'acqua da falde più profonde e protette; il pozzo è tutt'ora l'unico attivo per servire il Comune.

1.6 DATI IDRAULICI SUL TORRENTE MORLA (O MORLETTA)

Il torrente Morla o Morletta prende origine nella prima pianura a sud-ovest ovest di Bergamo e prende origine dalle acque di scolo dei versanti collinari.

Lo stesso riunisce in sé una serie di fossi con bacino contenuto.

Da qui scende con direzione circa nord-sud attraverso l'alta e la media pianura Bergamasca ed attraversa il territorio di Verdellino al limite orientale.

La pendenza, sempre molto contenuta, diminuisce con lo scendere verso sud.

La sua alimentazione è mista tra afflussi meteorici diretti all'interno del bacino idrografico (abbastanza limitata), alimentazioni da parte di rogge di irrigazione nella zona di pianura e scarichi in alveo di acque reflue bianche e nere, da parte delle zone urbanizzate civili ed industriali che attraversa.

Una stima delle portate massime e minime con un modello idrologico di afflussi e deflussi è molto complessa e rischia di avere un errore rilevante proprio per le diverse modalità di alimentazione sopra indicate, inoltre questa anomala alimentazione comporta una notevole variabilità del regime idraulico del corso d'acqua.

Uno studio delle acque superficiali della Provincia di Bergamo ha misurato la portata del torrente tra il 1987 ed il 1988 all'altezza del ponte sulla SS 42 di Verdello, proprio al confine con Verdellino.

I valori misurati variano da un minimo di 270 ad un massimo di 638 l/sec, con corrente anche molto forte nell'alveo.

Nelle priorità di intervento per l'adeguamento della rete delle acque superficiali indicate dal dr. Pasinetti, negli studi per il P.T.C.P., risulta come seconda priorità proprio la sistemazione del canale della Morletta tra Arcene-Levate-Stezzano e Verdellino, perché in caso di piogge intense risulta oggetto di esondazioni nei territori indicati, per l'elevato carico di acque che vi vengono immesse e scaricate.

Negli studi del prof. Paoletti per il P.T.C.P. di Bergamo vengono identificate alcune aree di esondazione nel territorio Comunale, sia su base idraulica, che su base storica e morfologica, soprattutto è considerata la possibilità di esondazione con salto del meandro in caso di eventi eccezionali.

1.7 VINCOLISTICA

Una parte molto importante del lavoro è la verifica dei vincoli di natura fisico-ambientale esistenti sul territorio per inserirli e raccordarli con le prescrizioni sulle problematiche geologiche.

In questo modo verifiche diverse sugli stessi problemi, da parte di diversi Enti, si riducono e si può operare in accordo: questo facilita ed accelera l'iter burocratico delle ristrutturazioni e delle nuove realizzazioni sia per l'Ufficio Tecnico Comunale che per i cittadini.

Il territorio non è interessato né da vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/1923), né da vincolo ambientale (L. 431/85); i vincoli di natura fisica che interessano il territorio sono i seguenti:

Fascia di 10 m. di inedificabilità assoluta lungo i corsi d'acqua, L. 503/1904 art. 96

La legge di polizia idraulica definisce un'area di rispetto fluviale, dalle acque pubbliche, per le edificazioni di 10 metri dalla zona di massima esondazione dei fiumi; questo vincolo è stato riconfermato dal parere n° 55 del 01/06/88 del Consiglio di Stato.

In questa fascia sono interdetti l'edificazione e gli scavi; inoltre la Legge prevede una fascia di 4 metri di interdizione assoluta a qualunque operazione lungo gli alvei.

Questo vincolo, per le aree extraurbane, ha rilevanza notevole e riscontri penali.

Aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, D.P.R. 236/88 – D.L. 152/99 e succ. modifiche

Prevede per le captazioni di acque destinate al consumo umano le seguenti prescrizioni:

- zona di tutela assoluta: raggio di 10 metri intorno alla captazione, adibita esclusivamente ad opere di presa e canalizzazioni: tale area deve essere recintata, impermeabilizzata ed avere canalizzazioni per le acque meteoriche;
- zona di rispetto: con raggio di 200 metri dal punto di captazione. In questa zona sono vietate le attività elencate all'art.6 del D.P.R. (immissione liquami, accumulo

concimi organici, dispersione acque bianche, aree cimiteriali, spandimento pesticidi, apertura cave, discariche ecc.).

Questo vincolo ha pesanti riscontri penali, riguardando acque destinate al consumo umano e quindi la salute pubblica.

Vincolo Cimiteriale (R.D. 1265 del 27/07/34 e succ. modifiche art. 338)

Si tratta di un'area in cui vige il vincolo di inedificabilità.

Le zone, come definite negli azzonamenti di PRG, sono destinate esclusivamente ai cimiteri ed alle relative aree di rispetto, eventualmente attrezzate a verde, parcheggio e/o luoghi per la sosta ed il raccoglimento.

1.8 INQUADRAMENTO METEO - CLIMATICO

1.8.1 DATI GENERALI DI INQUADRAMENTO

La conoscenza dei dati meteorologici e climatici è di estrema importanza, soprattutto per la previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto ampi.

Gli Enti nella loro pianificazione (strade, reti fognarie, ecc.) devono tenere conto dei dati e delle precipitazioni intense per non avere sorprese negative.

In questo paragrafo vengono forniti dati di valutazione generale, che servono a fornire un quadro della situazione di massima; nel paragrafo successivo verranno puntualizzati i dati della stazioni meteorologiche più vicine alla zona in oggetto.

Dal punto di vista climatico le precipitazioni nelle diverse parti d'Italia, secondo Contessini, vengono distinte in quattro fasce:

1. Alpino o continentale con massimo estivo e minimo invernale;
2. Sublitoraneo padano con massimo più elevato in primavera e secondario in autunno e un minimo principale in inverno e subordinato in estate;

3. Sublitoraneo appenninico con due massimi, il più accentuato in autunno, e due minimi dove il più modesto ricade in estate;

4. Marittimo con un semestre umido ed accentrato in inverno ed uno asciutto in estate.

La zona di Verdellino si trova nell'alta pianura Bergamasca ed il clima è una forma di transizione tra quello temperato-continentale della Pianura Padana e il clima Alpino, in cui le influenze alpine sono date dalle precipitazioni elevate e dall'umidità in estate.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1200 mm, come indicato sulla “Carta delle isoiete della precipitazione media annua del cinquantennio 1921-1971” dell’ing. Cati; i valori minimi di precipitazione piovosa annua sono intorno a 650-700 mentre le precipitazioni massime annue intorno a 2.000 mm.

La temperatura presenta picchi massimi in estate e minimi in inverno; le temperature medie si aggirano intorno a 12°C con un’escursione termica media annua di circa 21°C.

1.8.2. DATI PUNTUALI SULL’AREA

I dati esposti di seguito sono abbastanza ampi, in confronto alla situazione sul territorio nazionale, perchè nell’intorno del territorio di Verdellino esistono 3 stazioni meteo, attive per un congruo numero di anni, attraverso le quali è stato possibile reperire i dati relativi a precipitazione, temperatura, umidità, ecc.

Anche se i dati sono abbastanza ampi è comunque da tenere presente che sono riferiti a stazioni puntiformi che sono sempre da utilizzare con cautela; comunque trovandosi in zona di pianura l’approssimazione al regime reali di Verdellino è sicuramente buona.

Le stazioni utilizzate sono le seguenti:

- Bergamo Servizio Idrografico quota: 366 m s.l.m. anni 1880 – 1981
- Stezzano Ist. Cerealicoltura quota: 218 m s.l.m. anni 1958 – 1989

- Brembate Sotto Servizio Idrografico quota: 173 m s.l.m. anni 1921 - 1971

I valori di precipitazioni registrati nel periodo analizzato sono i seguenti:

STAZIONE	Precipitazione media annua (mm)	Precipitazione minima annua (mm)	Precipitazione massima annua (mm)
Bergamo	1222 mm	720 mm	2117 mm
Stezzano	1173 mm	862 mm	1773 mm
Brembate Sotto	1041 mm	637 mm	1567 mm

I valori medi massimi sono a Bergamo, che è la stazione più a nord, e che risente maggiormente della presenza delle montagne, quelli minimi a Brembate Sotto che è la stazione più a sud.

Il regime delle precipitazioni mensili, coerente per tutte e tre le stazioni, è il seguente:

- Un primo massimo di precipitazione avviene nel mese di maggio con oltre 100 mm/mese, un secondo picco ad ottobre/novembre, localmente è presente un piccolo massimo relativo ad agosto.
- Il minimo, per tutte le stazioni, si verifica nel periodo invernale, tra i mesi di dicembre – gennaio e febbraio, con piogge medie mensili intorno a 60 mm., un secondo minimo relativo è a luglio.

Si nota comunque che le precipitazioni medie mensili sono mediamente elevate in quanto sempre superiori a 60 mm di pioggia, fino ad oltre 100-120.

Un'ulteriore conferma di questa buona continuità dei fenomeni piovosi durante tutto l'anno è data dall'analisi del numero di giorni di pioggia annui che sono: 106 a Bergamo, 116 a Stezzano e 79 a Brembate Sotto.

Tabella 3: Precipitazioni massime con durata da 1 a 5 giorni consecutivi. Stazione di Bergamo per gli anni dal 1921 al 1950.

numero d'ordine	Precipitazioni massime con durata di giorni consecutivi				
	1 giorno	2 giorni	3 giorni	4 giorni	5 giorni
1	110.2 mm 5 IX 39	158 mm 4-5 IX 39	170.2 mm 4-6 IX 39	170.2 mm 4-7 IX 39	189.7 mm 22-26 IX 47
2	93.4 mm 30 V 40	142.6 mm 29-30 V 40	169.7 mm 24-26 IX 47	169.7 mm 24-27 IX 47	170.2 mm 4-8 IX 39
3	84.1 mm 10 VII 25	119.4 mm 10-11 VII 25	156.0 mm 13-15 VIII 37	156.0 mm 13-16 VIII 37	167.0 mm 13-17 VIII 37
4	84.0 mm 10 IX 40	113.2 mm 13-14 VIII 37	145.2 mm 28-30 V 40	154.0 mm 24-27 VIII 34	163.0 mm 22-26 VIII 34

I dati riassunti in tabella sono solo i primi quattro valori delle precipitazioni intense rilevate alla stazione e stanno ad indicare che le piogge più intense di breve durata, di durata 4-5 gg. si verificano tra agosto e settembre.

Per le temperature è possibile verificare le misure delle stazioni di Bergamo e Stezzano.

A Stezzano le temperature medie registrate tra il 1958 ed il 1987 vanno dal minimo di 5 ° a gennaio al massimo di 28° a luglio, con trend negli altri mesi regolare.

I valori massimi assoluti mensili variano tra 19° a novembre e 35° ad agosto, mentre i minimi assoluti tra - 5,8° di gennaio e 18° di luglio.

A Bergamo la situazione è molto simile le temperature medie registrate tra il 1926 ed il 1982 vanno da un minimo di 4,8 ° a gennaio ad un massimo di 24,6° a luglio, con trend negli altri mesi di salita e discesa regolare.

I valori massimi assoluti mensili variano tra 14° a novembre e 34,2° ad agosto, mentre i minimi assoluti tra - 5,9° di gennaio e 14,2° di luglio.

Per maggiori dettagli e valutazioni puntuali sono allegati alla presente:

- Tabella delle precipitazioni medie mensili con relativo grafico delle precipitazioni medie e delle precipitazioni massime, medie e minime (3 stazioni);
- Tabella del numero dei giorni piovosi e relativo grafico del numero di giorni medio e numero dei giorni massimo, medio e minimo (3 stazioni);
- Tabella delle precipitazioni massime con durata di giorni consecutivi (Bergamo e Brembate Sotto);
- Tabella delle temperature assolute massime e minime con grafico relativo alle temperature massime, medie e minime; grafico delle temperature massime assolute e delle temperature minime assolute (Bergamo).

1.9 ELABORAZIONI CLIMATICHE ED IDROLOGIA

Per la progettazione di opere idrauliche di vario tipo, dalle reti fognarie e smaltimento acque bianche alle opere di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua, è di estrema importanza la valutazione della pioggia critica e la conseguente portata di massima piena con diverso tempo di ritorno in funzione delle opere da realizzare.

I dati delle piogge di breve durata e forte intensità devono essere elaborate con metodologie statistiche (nel caso specifico con la Legge di Gumbel) per poter giungere alla determinazione delle curve di possibilità climatica relative ai diversi tempi di ritorno T indispensabili per il calcolo delle portate di massima piena.

In pratica si tratta di definire, partendo dalle osservazioni registrate ai pluviografi, un'espressione algebrica che rappresenti, per ogni durata di pioggia, il massimo valore delle precipitazioni che viene superato mediamente una volta ogni T anni.

In genere si adotta un'espressione monomia, del tipo $h=at^n$, in cui h è l'altezza di pioggia espressa in mm, t è la corrispondente durata in ore, a ed n sono due coefficienti numerici che caratterizzano la curva.

Di seguito vengono indicati i dati relativi ai parametri a ed n , da inserire nell'espressione di cui sopra, come calcolati per il territorio di Verdellino dallo studio del prof. Paoletti per il P.T.C.P.

Tr = 5 anni a = 38 n = 0.23-0.24

Tr = 10 anni a = 45 n = 0.22-0.23

Tr = 50 anni a = 60-61 n = 0.21

Tr = 100 anni a = 63 n = 0.20-0.21

Il parametro 'a' aumenta notevolmente con il crescere del tempo di ritorno dell'evento meteorico, mentre il parametro 'n' resta quasi costante.

COMUNE DI VERDELLINO

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE AI

SENSI DELLA L.R. n°41 del 24/11/97

CAPITOLO SECONDO

DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

2.0 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

Per riassumere i dati raccolti, sia bibliografici che di terreno, è stata compilata una serie di carte tematiche, con le modalità previste dalla Delibera della Giunta della Regione Lombardia n° 6/37918 del 06/08/98 pubblicata sul B.U.R.L. del 8 settembre 1998 *“Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall’art. 3 della L.R. 24 novembre 1997 n° 41”* e dalla Delibera della Giunta Regionale n° 6/40996 del 15/01/99 pubblicata sul B.U.R.L. del 9 febbraio 1999 *“Approvazione delle legende di riferimento e dell’ulteriore documentazione da allegare allo studio geologico previsto della L.R. 41/97”*

In particolare sono state redatte le carte di analisi di inquadramento del territorio di tutto il Comune alla scala 1:10.000 e di dettaglio dell’area edificata alla scala 1:2.000 sulla base della cartografia disponibile in Comune.

Sulla base di queste è stata redatta la carta di sintesi del rischio geologico di tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000 ed infine la carta della fattibilità geologica di piano delle aree abitate alla stessa scala del piano regolatore 1:2.000. ed alla scala 1:10.000 di tutto il territorio comunale.

In dettaglio gli elaborati grafici che compongono in lavoro sono i seguenti:

- Carta geomorfologica con elementi geopedologici, scala 1:10.000
- Carta idrogeologica e della vulnerabilità, scala 1:10.000
- Sezioni idrogeologiche, scala 1:10.000 – 1:2.000
- Carta geologico-applicativa, scala 1:2.000
- Carta di sintesi, scala 1:5.000
- Carta di fattibilità geologica, scala 1:2.000
- Carta di fattibilità geologica dell’intero territorio comunale, scala 1:10.000

2.1 CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI

Si tratta di una carta di inquadramento del territorio comunale che risulta molto importante, perché già in grado di dare delle indicazioni sulle possibili problematiche e sulle attitudini delle varie aree del territorio, anche se si tratta di dati interpretabili da tecnici specifici.

Nello specifico la carta è strutturata su 3 diversi livelli successivi di informazioni per il lettore: il primo, che costituisce la base, è la caratterizzazione geolitologica del territorio; il secondo livello caratterizza la porzione “suolo”; il terzo livello riporta una serie di simboli e retinature relativi a caratteri geomorfologici, idrologici, attività antropiche, ecc.

1- Caratterizzazione geolitologica

Tutta l'area del Comune di Verdellino nella Carta Geologica d'Italia 1:100.000 “foglio 46 Treviglio” è classificata come “Diluvium recente” e cioè: alluvioni fluvio-glaciali sabbiose e ghiaiose, poco o nulla alterate, corrispondenti al livello fondamentale della pianura, con strato superficiale di alterazione argilloso, di colore giallo-rosso, di spessore limitato (età Riss-Wurm).

Questa caratterizzazione è tutt'ora valida ma per gli scopi del presente lavoro, anche per un dettaglio di valutazione ed interpretazione maggiore, si è preferito fare riferimento alla nuova distinzione dei terreni introdotta dalla nuova Carta Geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000.

Tale carta per le coperture quaternarie introduce la distinzione dei terreni in “unità allostratigrafiche”, cioè un corpo di rocce sedimentarie identificate in base alle superfici di discontinuità che lo delimitano.

In questa nuova ottica di cartografia tutta la porzione di pianura a sud di Bergamo è suddivisa in unità distinte in base al bacino di appartenenza (Brembo, Adda, Serio, Cherio, ecc.).

Si tratta sempre di depositi a prevalente natura fluvioglaciale, di età pleistocenica, appartenenti alle conoidi pedemontane dei fiumi che le hanno generate; nel caso del territorio di Verdellino ci si trova nella zona di contatto deposizionale tra i bacini del Brembo e del Serio, separati fra loro, indicativamente, dai depositi alluvionali del torrente Morletta.

Le Unità indicate in carta sono, dalla più recente alla più antica, le seguenti:

Unità Postglaciale: Alluvioni recenti ed attuali (Pleistocene superiore – Olocene)

Si tratta di depositi connessi all'azione delle acque incanalate.

Le alluvioni attuali sono quelle presenti negli alvei attuali fluviali e torrentizi e nelle aree di normale esondazione degli stessi.

Si tratta di depositi a prevalente composizione ghiaiosa, subordinatamente sabbiosa e scarsi limi ed argille.

Questi depositi sono stati cartografati lungo tutto il corso del torrente Morletta.

Unità di Treviglio (Pleistocene Superiore)

Si tratta di depositi fluvioglaciali, costituiti da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa e limosa, ciottoli arrotondati con dimensioni da pochi centimetri fino ad oltre 40-50 cm.; localmente sono presenti lenti a prevalente natura sabbiosa e/o livelli di spessore anche rilevante di limi.

I clasti che costituiscono i livelli ghiaiosi, che solo sporadicamente presentano debole cementazione, sono di natura poligenica.

In superficie si sviluppa, in genere, un livello di alterazione potente da 80 a 160 cm.

L'unità costituisce tutta la porzione sud-occidentale del territorio Comunale, comprendente la zona industriale e la porzione di abitato al confine con Ciserano e Boltiere.

L'Unità è compresa nel Complesso del Brembo, in cui confluiscono tutte quelle che ultime grandi avanzate glaciali nei solchi vallivi ed i depositi degli scaricatori fluvio-glaciali.

Unità di Brembate (Pleistocene medio)

Depositi fluvio-glaciali, costituiti da ghiaie a prevalente supporto clastico oppure a supporto di matrice argillosa; i ciottoli sono arrotondati, con dimensione media di 10 cm, di natura poligenica, con netta dominanza di elementi di Verrucano e Collio.

La porzione superiore dell'unità si presenta fortemente alterata in argille ed argille limose, di colore da marrone-rossastro ad ocra, fino anche a profondità notevoli, superiori a 5 metri.

L'Unità costituisce la porzione nord-orientale del territorio Comunale, dalla parte agricola al confine con Osio Sotto e Levate, tutta l'abitato di Verdellino e la porzione est della zona industriale.

Sono i terreni più antichi affioranti nel Comune e sono ricoperti rispettivamente ad est dai depositi del torrente Morletta, ad ovest dall'Unità di Treviglio.

2- Caratterizzazione pedologica

Il secondo livello di informazioni riguarda gli aspetti pedologici.

Per questo tipo di caratterizzazione si è fatto riferimento principalmente alla classificazione ed alle distinzioni effettuate dall'ERSAL per il progetto Carta Pedologia,

tali dati sono poi stati aggiornati ed integrati da rilievi di terreno ed alla luce dell'attuale situazione urbanistica ed edificatoria del Comune.

I tipi di suolo individuati sono i seguenti:

LALI - Si tratta di suoli profondi o molto profondi, privi di scheletro, con tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, non calcarei, con drenaggio da buono a mediocre. Sono suoli sviluppati in aree con substrato limoso-argilloso, pianeggianti ed in genere fortemente urbanizzate.

MAS2 – Suoli moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, in genere alterato in limi ed argille, privi di scheletro, tessitura media o moderatamente fine, drenaggio da buono a mediocre. Sono suoli sviluppati in aree con substrato limoso-argilloso, pianeggianti ed in genere fortemente urbanizzate.

RODI – Suoli moderatamente profondi, limitati da substrato ghiaioso-sabbioso, tessitura media e drenaggio mediocre, solo localmente buoni. Sono suoli sviluppati all'interno della depressione torrentizia del torrente Morletta, delimitati da orli di terrazzo o da superfici in pendenza.

CPNI – Suoli da sottili a moderatamente profondi, limitati dal substrato scheletrico a tessitura grossolana, drenaggio da moderatamente rapido a buono. Sono suoli sviluppati in aree subpianeggianti di transizione alle fasce fluviali e/o in vecchie depressioni fossili di flusso secondario.

U – Aree urbanizzate: aree prive di suolo e suoli edificati. Comprende gli insediamenti urbani ed industriali, i nuclei rurali, le infrastrutture e le aree verdi artificiali.

Nel Comune di Verdellino copre nettamente la maggior parte del territorio.

3- Elementi geomorfologici

Il terzo livello di informazioni in carta riguarda gli elementi geomorfologici.

Questo tematismo evidenzia i processi dinamici, fisici e chimici che hanno generato le attuali forme del paesaggio e del territorio comunale; gli stessi processi sono stati divisi in base al grado di attività in attivi, quiescenti e non attivi, in accordo con la legenda di Pellegrini et al. 1993.

I fenomeni sono inoltre stati raggruppati in base alla loro tipologia generativa, anche se nel caso specifico ci si limita a sole due tipologie:

- acque superficiali,
- azione antropica.

Forme, processi e depositi legati alle acque correnti superficiali

- *Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia:* si tratta di un elemento morfologico comune in corrispondenza delle anse fluviali e/o dei tratti con molte curve, dove le acque erodono la sponda esterna e depositano all'interno, soprattutto in presenza di potenti depositi superficiali. Nel caso specifico i fenomeni segnalati sono legati alla forte azione erosiva del torrente Morletta: in particolare in una zona, dove l'urbanizzazione non ha ancora cancellato le tracce, è ben visibile il terrazzo.
- *Traccia di corso fluviale:* Il simbolo è stato utilizzato sia per indicare l'attuale corso del torrente Morletta (traccia fluviale attiva), che due zone in cui il Morletta scorreva in passato, laterali all'attuale alveo, ormai abbandonate (traccia fluviale non attiva).
- *Area potenzialmente allagata da esondazione fuori argini:* con questo retino si è delimitata l'area pianeggiante intorno al Morletta che è potenziale sede di esondazioni fuori alveo. Per la delimitazione si è fatto riferimento a quanto indicato negli studi del

rischio idraulico del prof. Paoletti per P.T.C.P, puntualizzato ed adattato in base alle verifiche di terreno ed ai colloqui con abitanti e con l'Ufficio Tecnico, relativamente alle zone colpite da esondazione.

Azione antropica

- *Tratto di fiume incanalato artificialmente:* sono stati indicati quei tratti del torrente Morletta in cui il percorso del torrente è stato modificato, rettificato ed incanalato tra argini e muri spondali per proteggere le urbanizzazioni
- *Area interessata da giacimento minerario:* ai confini tra Verdellino ed Osio Sotto, in Comune di Osio è presente l'ambito di cava di argilla AC4a, anche se l'attività di cava è sospesa da una decina di anni. Il Comune di Verdellino è interessato non dall'attività estrattiva ma dalla delimitazione di una porzione di territorio di interesse estrattivo da tutelare, come previsto dalla normativa di piano cave.
- *Area urbanizzata:* insediamenti urbani, industriali, artigianali, rurali, infrastrutture ed aree a verde artificiali.

Altri simboli di carattere generale indicano il limite Comunale ed il percorso delle principali rogge di irrigazione.

A tale proposito è utile ricordare che oltre alla roggia Morletta il reticolo idrografico principale è caratterizzato dalla presenza di una fitta rete di rogge e canali, ad uso irriguo, gestiti del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, attivi per la maggior parte dell'anno.

Tra questi il più importante è la roggia Brembilla.

2.2 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA'

2.2.1. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Prima di passare al commento di dettaglio della tavola 2 e della situazione del Comune di Verdellino si ritiene utile fornire un quadro idrogeologico della Media Pianura Bergamasca.

La zona è stata oggetto, nel tempo, di vari studi, per la definizione del modello idrogeologico – matematico della pianura; nel presente quadro generale si è fatto riferimento alle pubblicazioni di Francani e Orlandi '78, Francani et al. '88, Beretta et al. 89 ed agli studi condotti dalla Provincia di Bergamo e dal Consorzio della Media Pianura Bergamasca.

Serie idrogeologica

La successione litostratigrafica della pianura è stata suddivisa in unità idrogeologiche, che raggruppano diverse unità vicine verticalmente e/o eteropiche, che hanno un comportamento idrogeologico omogeneo (K, T, modalità di circolazione, ecc.).

La serie tipo può essere schematizzata come segue:

Impermeabile di fondo: l'unità più profonda è costituita dalla argille grigie, sabbiose giallastre e grigio azzurre verdognole con macrofossili del Pliocene Superiore. Nelle zone più vicine alle montagne l'unità di fondo è costituita dal substrato roccioso.

Al di sopra parte la serie di unità con interesse per scopi idropotabili e specificatamente:

- **Unità ad argille prevalenti (Villafranchiana):** è presente in genere ad oltre 250 metri di profondità e raramente viene raggiunta da alcuni pozzi. E' costituita da limi, limi sabbiosi, argille e rare ghiaie di origine continentale. Sono poco noti i suoi parametri idraulici, anche perchè è stata raggiunta da poche perforazioni. In

letteratura scientifica sono stimati alcuni parametri: la trasmissività è stimata tra 10 e 50 cmq/sec, la permeabilità è bassa ($< 0,001$ cm/sec) come anche la produttività e si hanno portate specifiche in genere minori di 1 l/s.m. E' sede di falde in pressione, contenute nei livelli più permeabili intercalati.

- **Unità a Conglomerati:** Si tratta di un'unità costituita da conglomerati con intercalazioni discontinue di livelli ghiaiosi e sabbioso-limosi. Presenta parametri idrogeologici molto variabili, in base alle diverse caratteristiche, con valori di trasmissività medi di circa 400 cmq/sec. e con rese di 10-20 l/sec per metro di abbassamento, valori che nelle aree a maggiore produttività possono anche salire a 40-50 l/sec per metro di abbassamento. I valori di permeabilità oscillano, tra 1 e 0,001 cm/sec proprio per la variabilità del grado di cementazione, fratturazione, presenza di cavità, livelli argillosi e/o ghiaiosi. E' l'unità idrogeologica sede della falda principale libera e/o parzialmente confinata. Lo spessore del saturo, tra conglomerati fessurati e livelli sabbiosi e ghiaiosi è in genere superiore a 50 metri, per cui la potenzialità idraulica è molto elevata, tanto che è la porzione principale sfruttata dai pozzi per uso potabile.
- **Unità ghiaioso-sabbiosa-limosa:** rappresenta la parte satura superiormente al conglomerato e la porzione non satura fino al suolo. La permeabilità è elevata (in genere 0,01 cm/sec) e permette alle acque di infiltrazione di raggiungere rapidamente le falde più profonde per la ricarica. La falda presente in questa unità è di tipo freatico ed è, in genere, compromessa per usi potabili perchè troppo superficiale e vulnerabile. Sono presenti spesso, oltre alla superficie freatica, piccole

falde superficiali, limitate, legate alla presenza di livelli fini, che possono interferire con le normali opere urbanistiche.

Superficie piezometrica

Riassumendo è possibile affermare che le Unità a Conglomerati e Ghiaioso-sabbioso-limoso sono sede delle falde semiartesiane e freatica sfruttate dai pozzi, con la distinzione di cui sopra.

Le variazioni litologiche sono molto significative, sia verticalmente che lateralmente, e tale situazione rende possibili fenomeni di connessione idraulica tra i diversi acquiferi sopra indicati.

Per questo gli scambi idrici sopra indicati determinano, a grande scala, una condizione di equilibrio potenziometrico, per cui il sistema può essere rappresentato mediante una sola superficie piezometrica, anche se localmente, a scala di dettaglio, piccole differenze possono essere notate, per elementi di confinamento locale.

Nella pianura bergamasca medio-alta la superficie piezometrica è molto articolata, e non regolare come nella porzione più meridionale.

Questo andamento articolato è legato alla presenza di aree di alimentazione e di coni di depressione presso le zone di più intenso prelievo civile ed industriale.

Nella zona in oggetto le strutture idrogeologiche più significative sono la presenza di uno spartiacque sotterraneo presso Stezzano ed una forte depressione, con andamento NNE-SSW tra Stezzano e Dalmine.

A Verdellino la situazione è abbastanza regolare, con direzione di flusso della falda verso sud, dato che risente ancora, debolmente, della depressione di cui sopra.

Per quanto riguarda l'andamento e l'oscillazione stagionale della falda la maggior parte dei pozzi registra la minima in aprile e la massima in settembre, risentendo con ritardo di alcuni mesi dell'andamento delle precipitazioni; le oscillazioni annuali sono anche rilevanti, fino a 5-10 metri.

Più a sud le oscillazioni sono inferiori ed i picchi sono anticipati rispettivamente a febbraio ed ad agosto, dato che la situazione è molto influenzata dalle ricariche dell'agricoltura.

Oltre ai cicli di oscillazione stagionale ne esistono altri pluriennali, legati molto ai regimi pluviometrici: in tempi recenti si è passati da un periodo di massimo intorno agli anni 78-80, fino ad un minimo al principio degli anni 90; attualmente si è nuovamente in fase di innalzamento piezometrico.

La linea di emergenza dei fontanili è immediatamente a sud di Verdellino, nei Comuni di Arcene, Ciserano, Pognano e Spirano.

Negli allegati sono riportati, per maggiore chiarezza:

- carta della superficie piezometrica 1:50.000 (tratta da studi del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca)
- 2 sezioni idrogeologiche nord-sud ed est-ovest passanti da Verdellino (tratte dai lavori di Francani et al. '88)
- dati di monitoraggio dei livelli della falda dal 1988 al 2000 nei pozzi di Boltiere e Levate (quelli più vicini con il maggior numero di dati del livello statico della falda– Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca).

2.2.2 DESCRIZIONE DELLA CARTA

La carta è redatta alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale e contiene le indicazioni essenziali relative al sistema idrografico, idraulico e idrogeologico, con particolare attenzione a questo ultimo aspetto.

Anche in questo caso le informazioni sono disposte su diversi livelli: la base è la caratterizzazione idrogeologica dei terreni, cui sono sovrainposte valutazioni sulla vulnerabilità idrogeologica.

Altri elementi riguardano idrologia di superficie e sotterranea e le opere artificiali.

Idrologia sotterranea:

Le unità litostratigrafiche individuate nella tavola n° 1 sono state suddivise in base alla permeabilità presunta dei terreni che le compongono in unità idrogeologiche di superficie.

Sulla base della caratterizzazione litologica già descritta sono state classificate rispettivamente:

Terreni con permeabilità da bassa a molto bassa: coincide con l'Unità di Brembate, in cui è presente un livello superficiale argilloso di oltre 5 metri e comunque i terreni sono sempre a prevalente natura limoso argillosa

Terreni con permeabilità da media a bassa: coincide con l'Unità di Treviglio, in cui il livello superficiale argilloso è di spessore inferiore al precedente (1-2 metri); anche qui comunque i terreni sono sempre a prevalente natura limoso argillosa

Terreni con permeabilità da alta a media: coincide con i depositi alluvionali del torrente Morletta: la permeabilità è fino a media, perché si tratta di depositi grossolani ma caratterizzati da una discreta percentuale di materiali fini.

Vulnerabilità idrogeologica

Zona di rispetto dei pozzi potabili: per tutti i pozzi pubblici ad uso potabile sono state tracciate le aree di rispetto (ex D.P.R. 236/88 ex art. 6). Le delimitazioni sono state effettuate con il criterio geometrico in base alla D.G.R. n° 6/15137 per i pozzi del Comune, per cui non esiste alcuna ridelimitazione idrogeologica: si tratta n° 2 pozzi (C1a – C2), di cui 1 solo attualmente attivo ed utilizzato, ma l'altro non è ancora dismesso e chiuso, per cui si è preferito mantenere l'area di salvaguardia. Per i 4 pozzi dell'acquedotto della Pianura Bergamasca (APB 1-2-7 in Comune di Verdellino, APB 4 in Comune di Levate) si è fatto riferimento alla delimitazione approvata dalla Regione Lombardia con Decreto n° 7943 del 29/03/2000.

La zona di tutela assoluta di 10 metri intorno ai pozzi non è rappresentata in carta per problemi di scala.

Inquinamento storico da atrazina: considerato che, come già descritto al cap. 1, il maggiore problema dal punto di vista idrogeologico del passato è stato quello correlato all'emergenza atrazina si è ritenuto importante riportare in carta le linee di isoconcentrazione dell'atrazina e la direzione di flusso dell'inquinamento, come emerse dagli studi relativi all'inquinamento del 1989. Il Comune è stato interessato in tutto il suo territorio, relativamente alla prima falda, da valori molto altri (da 0,5 ad 1 e >1 p.p.b. per la zona più inquinata, indicata dalla freccia). L'inquinamento proveniente da aree di monte (verso Treviolo e Dalmine) si è mosso circa in direzione sud; nel Comune il gradiente ha una direzione NNE – SSW. I pozzi Comunali che pescavano in prima falda (C1b – C1c – C2) sono stati chiusi perché inquinati, ed è stato perforato il nuovo pozzo attualmente utilizzato (C1a) che pesca nella seconda falda protetta.

Vulnerabilità idrogeologica – Metodo Drastic: Nel caso del Comune di Verdellino l'applicazione del Metodo DRASTIC per una valutazione della vulnerabilità idrogeologica non è ritenuta valida e rappresentativa della reale situazione del territorio, per cui si è optato per non rappresentare in carta le risultanze di detta analisi e limitarsi a fornire una caratterizzazione, in termini di permeabilità, dei terreni del primo sottosuolo. Questo perché in seguito agli episodi di inquinamento di atrazina verificatisi nel Comune i pozzi precedenti, che pescavano in prima falda, sono stati chiusi ed è stato perforato un nuovo pozzo, più profondo, che pesca in seconda falda. Lo stesso vale anche per i pozzi dell'APB in Comune di Verdellino e di Levate: sono tutti pozzi profondi circa 300 metri che pescano nell'acquifero più profondo (2 falda confinata). La prima falda è ormai utilizzata solo a scopo irriguo e/o industriale. Il secondo acquifero, a livello locale, come confermato dalla sezione idrogeologica e dagli studi di dettaglio per il campo pozzi provinciale, è ad una profondità di oltre 100 metri ed è protetto da potenti orizzonti argillosi (vedi tavola 3), che ne garantiscono l'isolamento rispetto all'acquifero superficiale. Per cui in territorio di Verdellino l'acquifero captato ad uso potabile è protetto e la sua vulnerabilità è bassa o molto bassa. I problemi di vulnerabilità sono a monte, verso nord, dove gli orizzonti argillosi si assottigliano ed è possibile una miscelazione, anche parziale tra i due acquiferi.

Nel caso del primo acquifero, non più utilizzato a fini potabili, la vulnerabilità valutata con il metodo DRASTIC è comunque da bassa a modesta per tutto il comune, raggiunge il valore di elevato solo nella parte meridionale, nei depositi alluvionali. Si tratta però, come esposto sopra, di una valutazione ritenuta poco significativa dato che l'acquifero

utilizzato ad uso potabile è il secondo, che risulta idrogeologicamente protetto all'interno del territorio analizzato.

Idrologia di sottosuolo

L'andamento della superficie piezometrica ricostruito è quello relativo all'acquifero freatico-semiconfinato superiore, poiché, come già esposto, a scala generale i due acquiferi principali sono in contatto e quindi possono essere rappresentati, con buona approssimazione, con un'unica superficie piezometrica.

L'andamento di detta superficie è stato ricostruito mediante interpolazione delle misure di livello effettuate dal Consorzio della Media Pianura Bergamasca sui suoi pozzi e da una serie di misure dello Studio Idrogeotecnico per lo studio del campo pozzi provinciale.

La campagna si riferisce al luglio 1998 ed è quella più completa e recente disponibile. Per l'anno 2000 i dati dei diversi Enti che gestiscono i pozzi in questione (Provincia, Consorzio e Comuni) sono molto discontinui e non raffrontabili perché in periodi dell'anno diversi; una campagna di misura diretta, con tutti i diversi Enti coinvolti e con i pozzi in funzione era molto problematica in tempi compatibili con il presente incarico. Comunque è stato effettuato un raffronto tra le misurazioni del luglio 98 ed alcune misure (3-4), negli stessi pozzi, nel 2000 e le variazioni sono contenute in 20-30 cm, per cui si è ritenuta molto valida l'elaborazione proposta.

Nel territorio Comunale di Verdellino le linee isopiezometriche sono disposte circa est-ovest ed indicano una direzione di flusso circa da nord a sud.

La soggiacenza varia da 20 metri a nord a meno di 8-10 metri a sud, con un gradiente pari a 0,13-0,15%.

I pozzi utilizzati per la definizione della superficie piezometrica sono i seguenti:

Comune	Misura	Q rif (m s.l.m.)	Coord x	Coord. Y	Q piez 7/98 (m s.l.m.)
Boltiere	CMPB 40	168.06	1545570	5049640	157.00
Levate	CMPB 207	186.65	1549100	5052860	161.52
Pognano	CMPB 1	154.40	1550255	5048170	152.08
Urgnano	CMPB 339	172.22	1553710	5050140	157.05
Arcene	CMPB 386	151.32	1548725	5047181	148.74
Osio Sopra	CMPB 507	191.00	1547380	5053320	160.81
Pontirolo N.	CMPB 518	153.10	1546045	5046230	140.72
Verdellino	S.I. APB2	177.8	1548086	5051403	158.30
Osio Sotto	S.I.	185	1546172	5051946	159.34
Levate	S.I. APB 5	181.6	1548184	5052037	159.40

Studi di dettaglio per il campo pozzi Provinciale hanno effettuato misurazioni sull'acquifero profondo, per verificarne l'andamento in raffronto a quello superficiale e vedere se localmente i due sono separati.

Si tratta di pochi dati disponibili, per cui da valutare con attenzione; gli stessi hanno messo in luce una locale differenza di flusso (verso SSE) e di quota (circa 1 metro più basso del superficiale), comunque si tratta di una situazione molto contenuta e localizzata e rimane valido, a nostro avviso, quanto premesso ad inizio paragrafo.

Idrologia di superficie:

Sono stati evidenziati, per rendere la carta più leggibile, i corsi d'acqua principali che attraversano il territorio comunale e precisamente il Torrente Morletta e le principali rogge e canali di irrigazione.

Opere artificiali:

Sono stati cartografati i manufatti relativi alle opere acquedottistiche ed alle fognature del Comune.

Acquedotto: la rete acquedottistica comunale è attualmente alimentata solo dal pozzo di via Petrarca (C1a). Il territorio comunale è dotato solamente di un impianto di sollevamento con torre piezometrica.

Fognatura: l'impianto fognario che raccoglie le acque serve tutto il territorio Comunale. Le acque reflue vengono portate in fognatura verso sud all'impianto di depurazione di Lurano. In acque pubbliche sono attivi alcuni scarichi di acque bianche, soprattutto nella zona industriale.

2.2.3 CENSIMENTO DEI POZZI DEL TERRITORIO COMUNALE

Per la conoscenza idrogeologica del territorio Comunale ha giocato un ruolo molto importante la raccolta dei dati relativi ai pozzi presenti.

Nella tavola n° 2 sono stati censiti n° 7 pozzi pubblici ad uso umano, di cui 3 non attivi (+ un ottavo pozzo in Comune di Levate, molto vicino al confine) e n° 7 pozzi privati.

Di seguito è riportata la tabella con alcune indicazioni sui pozzi ad uso pubblico; per maggiori dettagli è possibile fare riferimento alle schede dei pozzi allegate alla presente relazione.

I dati utilizzati sono stati forniti dal Comune di Verdellino, dalla Provincia di Bergamo - Servizio Acque (sistema monitoraggio falda e indicazioni del PRRA), dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e dalla SIA (Società che gestisce l'Acquedotto della Pianura Bergamasca – “Studio per la protezione dei pozzi” Studio Idrogeotecnico 1998), altri sono dati di archivio dello studio per precedenti studi e lavori in zona.

Pozzi ad uso umano nel territorio Comunale di Verdellino			
Pozzo (Tavola 2)	Gestore	Profondità (m da p.c.)	Note
APB1	Acquedotto Pianura Bergamasca	292,80 m	Attivo
APB2	Acquedotto Pianura Bergamasca	303,80 m	Attivo
APB3*	Acquedotto Pianura Bergamasca	313,80 m	Attivo
APB7	Acquedotto Pianura Bergamasca	320,00 m	Attivo
C1a	Comune di Verdellino	280,00 m	Attivo
C1b	Comune di Verdellino	79,25 m	Non attivo
C1c	Comune di Verdellino	84,00 m	Non attivo
C2	Comune di Verdellino	120,00 m	Non attivo

* il pozzo è in Comune di Levate ma è molto vicino al confine.

I pozzi privati sia attivi che dismessi, di cui è stato possibile avere dei dati costruttivi e di carattere idrogeologico (anche se sporadici e spesso incompleti) sono individuati nella seguente tabella:

Pozzi privati censiti in Comune di Verdellino				
N°	Gestore	Località	Filtri (profondità da p.c.)	Liv. Statico (m da p.c.)
2	Robor	v. Parigi	45/47 50/56 60/70	8,0 (1968)
3	Cromoplastica Int.	v. Copenaghen	22/26 28/30 32/36 44/48 50/54 62/66	8,0 (1969)
4	Rubinetterie Mariani	v. Berlino	17/25 45.5/47.5 67/73	n.d.
5	Immobiliare Tennis	v. delle Gardenie	22/28 30/40	n.d.
6	Immobiliare Revi	v. delle Gardenie	18/25 29/37	n.d.
7	Verniciatura P. Foresti	Va Berlino	n.d	n.d

2.3 SEZIONE IDROGEOLOGICA

Si è ritenuto di estrema importanza, al fine di visualizzare la struttura idrogeologica del territorio Comunale di Verdellino, predisporre un'apposita tavola con una sezione idrogeologica.

Nello specifico si è optato per realizzare una sola sezione idrogeologica, con direzione circa nord-sud; la scelta ha una duplice motivazione:

- la direzione è quella più significativa, in base alla situazione idrogeologica del Comune;
- in questo modo è stato possibile utilizzare tutti i pozzi più profondi disponibili (4 pozzi a circa 300 metri), in modo da evidenziare anche i diversi livelli acquiferi presenti ed i relativi rapporti.

La profondità della falda varia da circa 22 metri dal p.c. presso Levate a meno di 10 metri presso il pozzo Comunale Aris, anche se per quest'ultimo non sono disponibili dati piezometrici recenti.

Nella sezione viene rappresentata un'unica superficie piezometrica, considerato che, come già esposto precedentemente, eventuali differenze tra l'acquifero freatico e quello semiconfinato sono molto contenute e comunque estremamente localizzate, dato che tutti gli studi hanno messo in luce una serie di scambi idrici a scala maggiore.

In sezione sono state indicate 3 diverse unità idrogeologiche, che fanno riferimento a quanto già descritto, a livello generale, nel par. 2.2.1, chiaramente adattata in base alla reale situazione locale:

1. Unità argille prevalenti è intercettata dai pozzi più profondi oltre i 240-250 metri dal p.c. è l'unità più profonda e più vecchia identificata. E' costituita da potenti

successioni di argille e limi, con sottili livelli più grossolani. Questa unità è sede di falde confinate di scarsa potenzialità, poco studiate e conosciute ed, al momento, di scarso interesse acquedottistico.

2. Unità a conglomerati si tratta di potenti successioni di depositi conglomeratici, con intercalati livelli più grossolani e livelli fini. Una zona con potenti livelli argillosi, continua nei pozzi analizzati, circa tra quota – 120 m e – 150 m dal p.c. è stata indicata come limite superiore dell'unità; il limite inferiore è in corrispondenza del passaggio (oltre quota – 240 m da p.c.) all'unità ad argille prevalenti. Il livello superiore impermeabile è continuo localmente; verso nord si assottiglia (zona di Dalmine) e le varie falde diventano comunicanti. Questa unità è sede di falde acquifere profonde di tipo semiconfinato o confinato, di ottima potenzialità e con elevato grado di protezione, quindi ottimali dal punto di vista acquedottistico. Al suo interno pescano, infatti, tutti i nuovi pozzi potabili realizzati dopo l'emergenza atrazina.
3. Unità a conglomerati (parte superiore) ed unità a ghiaie-sabbie-argille è l'unità superiore, arriva fino al piano campagna ed è costituita da conglomerati con frequenti intercalazioni sabbioso-ghiaiose e limose, fino a passare totalmente all'unità sabbioso-ghiaioso-argillosa. L'unità è sede della falda freatica - semiconfinata superficiale. Tale falda è ormai utilizzata solo a scopo irriguo o industriale, è ormai esclusa per scopi potabili, perché vulnerabile e soggetta ad episodi di contaminazione (emergenza atrazina). I pozzi potabili che vi avevano sede sono dismessi e non più utilizzati, perché non a norma e troppo a rischio di inquinamento.

2.4 CARTA GEOLOGICO-APPLICATIVA

Questa carta è stata redatta alla scala 1:2.000 sulla stessa base topografica del P.R.G. e della carta della fattibilità geologica.

La stessa riguarda tutto il territorio comunale, considerata la ridotta estensione dello stesso e l'elevata urbanizzazione

La scopo della carta è quello di fornire indicazioni in merito alla caratterizzazione di massima, dal punto di vista geologico-applicativo, del suolo e del primo sottosuolo.

Per la redazione sono stati incrociati i dati relativi alla caratterizzazione geologica e geopedologica, quelli relativi alla situazione idraulica ed idrogeologica, e conseguentemente le valutazioni di carattere geotecnico.

Proprio per puntualizzare quest'ultimo aspetto è stata effettuata presso il Comune e presso vari Enti e Ditte una ricerca puntuale di tutti i dati relativi ad indagini geognostiche, scavi, saggi e caratterizzazione dei terreni.

In particolare sono stati analizzate 8 stratigrafie di pozzi, 3 sondaggi a carotaggio continuo con SPT in foro, oltre 30 prove penetrometriche dinamiche ed oltre 100 metri di indagini geofisiche; questi dati sono stati integrati con verifiche dirette in scavi per posa di tubazioni e nuove edificazioni, scarpate ed incisioni, nonché i dati giacimentologici riportati dal Piano Cave per la cava di Osio Sotto e per l'area di interesse estrattivo che riguarda il Comune.

Si rammenta che la caratterizzazione geotecnica dei terreni che viene fornita è di larga massima, per un inquadramento del territorio Comunale, la stessa non deve essere assolutamente utilizzata per la progettazione geotecnica, per la quale è indispensabile procedere alla indagini previste dal D.M. 11/03/1988.

Caratterizzazione geotecnica

Il territorio del Comune è stato suddiviso in unità geotecniche, in base alle formazioni litologiche, per le quali è stata fornita una caratterizzazione di massima.

Le Unità individuate sono le seguenti:

UNITA' 1 - Ghiaie a supporto clastico passanti a limi argillosi con ghiaia

Suolo: i suoli, a matrice argillosa e ciottoli alterati, presenti al tetto dell'unità sono molto potenti ed in genere superano i 4-5 metri di spessore. Al tetto dell'unità è caratteristico un orizzonte di circa 2-3 metri di spessore di limi-argillosi (copertura loessica).

Spessore: lo spessore dell'unità è risultato molto variabile nel territorio Comunale, comunque valutabile tra 10 e 15 metri, profondità al di sotto della quale iniziano le intercalazioni di ghiaie compatte e/o di conglomerato.

Caratteristiche geotecniche presunte: una caratterizzazione geotecnica generale, in base alla situazione litologica ed alle indagini osservate, può essere la seguente:

Peso di volume: 1,6 – 1,9 t/mc

Angolo di attrito: 25 – 30°

Coesione: 0,2 - 0,5 Kg/cm²

Permeabilità superficiale: si tratta di materiali con permeabilità da bassa a molto bassa, proprio per la presenza dei limi loessici e per la notevole profondità raggiunta dall'alterazione.

Note: 1- è possibile rinvenire all'interno dei livelli con caratteristiche geotecniche da mediocri a scarse.

2- sono possibili contenuti problemi geotecnici nel caso di presenza di acqua (infiltrazioni nei terreni, presenza di piccole falde sospese).

UNITA' 2 - Ghiaie sabbiose, localmente passanti ad argille sabbiose con ghiaia

Suolo: i suoli, a matrice sabbioso limosa, sono di spessore contenuto e generalmente inferiore ad 1,5 metri. La copertura loessica è assente.

Spessore: lo spessore dell'unità è risultato molto variabile nel territorio Comunale.

Comunque anche in questo caso a profondità superiori ad 8-10 metri sono frequenti le intercalazioni conglomeratiche.

Caratteristiche geotecniche presunte: una caratterizzazione geotecnica generale, in base alla situazione litologica ed alle indagini osservate, può essere la seguente:

Peso di volume: 1,7 – 1,9 t/mc

Angolo di attrito: 28 – 35°

Coesione: 0,0 - 0,5 Kg/cmq

Permeabilità superficiale: si tratta di materiali con permeabilità da media a bassa.

Note: 1- è possibile rinvenire all'interno dei livelli con caratteristiche geotecniche da mediocri a scarse.

2- in sede indagine è possibile rinvenire sottili livelli compatti che causano il rigetto della prova SPT, livelli spesso seguiti da livelli fini mediocri.

UNITA' 3 – Ghiaie e ciottoli puliti, livelli di sabbie fini, argille e limi

L'Unità è legata ai depositi del torrente Morletta, per cui in base alla posizione (in alveo, sulle sponde, in area di esondazione, meandro interno, ecc.) la granulometria varia in maniera rilevante.

Suolo: Il suolo (terreno umifero) è spesso assente; in genere, comunque, non supera mai lo spessore di 60-70 cm.

Spessore: non sono stati ritrovati dati puntuali sullo spessore dell'Unità al di sopra dell'Unità 1; lo stesso è comunque valutabile in alcuni metri.

Caratteristiche geotecniche presunte: una caratterizzazione geotecnica, generale, non è possibile proprio per l'estrema variabilità litologica che è stata osservata sul terreno.

Permeabilità superficiale: si tratta di materiali con permeabilità da alta a media.

Note: 1- è probabile la presenza di piccole falde sospese, legate alla presenza del torrente Morletta e di suoi paleoalvei.

Altri elementi

Oltre alla caratterizzazione geotecnica sopra riportata si è ritenuto utile evidenziare altri elementi, a carattere geologico-applicativo, che possono interessare le varie unità sopra descritte:

Zona A – area di interesse estrattivo

L'area è stata individuata dal Piano Cave Provinciale come tale; per gli scopi della presente carta si riportano gli elementi giacimentologici indicati dal Piano stesso: composta da depositi limoso argillosi loessici, della potenza di 2-3 metri.

Zona B – possibili faldine superficiali e livelli scendenti

Si tratta di una fascia individuata in alcune zone limitrofe al torrente Morletta. Questa zona può essere interessata da una serie di problematiche di carattere idrogeologico e geotecnico ed in particolare:

- presenza di faldine sospese, legate al torrente Morletta

- possibili livelli fini scadenti (limi di esondazione – livelli saturi)

Zona C – terreni con ristagni d'acqua

Sono stati indicati alcuni terreni che durante le verifiche effettuate sono risultati con problemi relativi a ristagno di acque superficiali.

Punti di indagine

In carta sono stati puntualmente segnalati tutti gli elementi relativi ad indagini geognostiche, geofisiche, pozzi con stratigrafie disponibili.

Gli stessi sono stati suddivisi tra:

- saggi e scavi con escavatore
- sondaggi a carotaggio continuo con eventuali SPT
- prove penetrometriche dinamiche
- indagini geofisiche (elettriche o sismiche)

riportando il numero di indagini analizzate per il sito e la profondità massima raggiunta.

Sono stati indicati anche i pozzi per acqua, riportando anche se è disponibile o meno la stratigrafia, la profondità del pozzo, il livello statico e la data di misura dello stesso.

Possibili problemi legati alla falda

Nella porzione sud del territorio la soggiacenza della falda è inferiore ai 7-8 metri.

La superficie della falda risulta comunque sempre debolmente confinata all'interno dei conglomerati, che si trovano a profondità in genere superiore ad 8-10 metri, per cui non sono prevedibili, problemi per le normali edificazioni.

I problemi possono verificarsi nel caso, sopra indicato, di piccole faldine sospese, a quote tali da poter interferire con scantinati o interrati.

Gli stessi possono essere superati con un serio drenaggio perimetrale e con un corretto isolamento.

2.5 CARTA DI SINTESI

Questa carta è ricavata dal confronto di tutte le carte precedentemente descritte e contiene gli elementi ritenuti più significativi emersi nella fase di analisi.

E' stata redatta per tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000.

Rappresenta la sintesi delle conoscenze acquisite sia dai dati bibliografici che dai rilievi personali ed ha lo scopo di fornire un quadro chiaro dello stato del territorio.

In particolare sono state distinte le varie tipologie di problematiche e/o vincoli che prevalgono nelle diverse aree del Comune.

E' evidente che molte zone si trovano nell'intersezione di diverse classi e risultano, quindi, interessate da più tipi di problemi.

Una parte importante della carta è rappresentata dall'identificazione dei vincoli normativi di natura fisico-ambientale già esistenti sul territorio e preposti a vari gradi di tutela dello stesso.

La carta ha un significato più qualitativo che quantitativo poiché le distinzioni sono in base al tipo di rischio e non al grado con cui si manifesta, fattore che interviene, invece, nella valutazioni di fattibilità.

Le problematiche riconosciute ed identificate sono le seguenti:

1- Problematiche a carattere geomorfologico:

Sono stati evidenziati tutti i fenomeni geomorfologici attivi e potenzialmente attivi legati, nel Comune in oggetto, alla dinamica delle acque, come di seguito dettagliato:

Zone di erosione del corso d'acqua: sono state evidenziate in carta alcune limitate aree, ubicate sulla sponda del torrente Morletta, in cui sono stati osservati fenomeni di erosione da parte della acque e piccoli franamenti della sponda.

Orli di terrazzo fluviale: sono stati indicati in carta alcune tracce di orli di scarpata fluviale lungo il torrente Morletta che non sono ancora stati interessati dall'urbanizzazione.

2- Aree soggette a vulnerabilità idrogeologica:

Pozzi pubblici destinati ad uso umano:

La normativa di riferimento per la protezione delle acque destinate al consumo umano fa attualmente capo al D.P.R. 236 del 24 maggio 1988, attuazione della direttiva CEE n°80/778, modificato dal D.L. n. 152 del 11 maggio 1999 e succ. modifiche.

Nel decreto vengono istituite le aree di salvaguardia, allo scopo di assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.

Zona di tutela assoluta

L'art.5 del D.P.R. 236/88 modificato dall'art. 5 del D.L. 152/99 è relativo a questa area di salvaguardia e prescrive:

- 1. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o le derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di acque sotterranee e, ove possibile per le acque superficiali, di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.*

Zona di rispetto

L'art. 6 del D.P.R. 236/88 modificato dall'art. 6 del D.L. 152/99 prescrive:

- 1. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli di destinazione d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità di rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:
 - a) Dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
 - b) accumulo di concimi, chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
 - c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;**

- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
 - e) aree cimiteriali;
 - f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
 - g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
 - h) gestione di rifiuti;
 - i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
 - j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
 - k) pozzi perdenti;
 - l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.
E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.
2. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 1, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le regioni e le provincie autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:
- a) fognature;
 - b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
 - c) opere varie, ferrovie ed in genere infrastrutture di servizio;
 - d) distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione;
 - e) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 1.
3. in assenza dell'individuazione da parte della regione della zona di rispetto ai sensi dell'articolo 4, comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La zona di tutela assoluta è riportata in carta con un cerchio di 10 metri di raggio.

La zona di rispetto per i pozzi dell'A.P.B. è stata riportata quella approvata con Decreto n° 7943 del 29/03/2000 della Regione Lombardia, definita con criterio temporale.

Per i pozzi comunali, per cui non esiste alcuna ridelimitazione sulla base di un apposito studio idrogeologiche, è stato utilizzato il criterio geometrico, con un raggio di 200 metri intorno al pozzo.

Pozzi privati

Sono indicati in carta anche tutti i pozzi privati presenti nel territorio Comunale di cui è stato possibile raccogliere informazioni. L'ubicazione è all'interno dell'azienda in cui si trova il pozzo, ma la posizione non è precisa in dettaglio.

3- Problematiche a carattere idraulico ed idrologico

Aree di pertinenza degli alvei: si tratta di quelle aree che sono interessate dal deflusso delle piene ordinarie del corso d'acqua. Nel caso specifico si tratta dell'alveo del torrente Morletta, all'interno delle sponde, sia quelle naturali in terra sia gli argini in cls, sassi, ecc.

Aree di esondazione del torrente Morletta: sono state individuate in carta quelle aree che sono potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione fuori dagli argini da parte del torrente Morletta. Per l'individuazione delle aree si è fatto riferimento a quanto riportato dal prof. Paoletti negli studi del rischio idraulico per la stesura del P.T.C.P. La delimitazione è stata adeguata alla scala di dettaglio aggiornata disponibile, in base agli elementi morfologici riconoscibili ed alle informazioni assunte in loco e presso l'Ufficio Tecnico.

4- Problematiche a carattere geologico-tecnico

Aree con possibile presenza di faldine sospese e livelli scadenti: si tratta di quelle aree in cui, per la posizione limitrofa al torrente Morletta ed al suo paleoalveo, è rilevante la possibilità di ritrovare, a profondità di pochi metri, delle piccole falde sospese che possono interferire con le operazioni di scavo e creare problemi di infiltrazione in interrati e scantinati. In queste aree è anche possibile ritrovare dei livelli di terreni a

granulometria fine (limi ed argille intercalati) con caratteristiche geotecniche mediocri, che possono diventare scadenti se saturi.

Terreni con ristagno di acqua sono state segnalate in carta alcune limitate aree, ribassate, poste tra la ferrovia ed il torrente Morletta in cui, durante i sopralluoghi, sono stati osservati problemi di ristagno di acque superficiali e difficoltà di drenaggio.

5- Vincoli normativi di natura fisico-ambientale ed antropici

Si è cercato di ricostruire il sistema dei vincoli attualmente vigenti sul territorio comunale di Verdellino.

Fascia di 10 metri interdetta all'edificazione:

E' stata evidenziata la fascia di 10 metri dal piede degli argini di pertinenza fluviale in cui è vietata l'edificazione, ai sensi dell'art. 96 comma f della L. 523/1904 che recita:

Sono lavori e atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese i seguenti:

- f) le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche e lo smovimento di terreno e distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di quattro metri per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi.*

Il Comune ne è interessato per il torrente Morletta.

Vincolo Cimiteriale (R.D. 1265 del 27/07/34 e succ. modifiche art. 338)

E' stata individuata in carta, in adempimento ad indicazioni avute dalla Regione Lombardia per precedenti piani geologici, l'area di vincolo cimiteriale.

Si tratta di un'area in cui vige il vincolo di inedificabilità.

Le zone, come definite negli azzonamenti di PRG, sono destinate esclusivamente ai cimiteri ed alle relative aree di rispetto, eventualmente attrezzate a verde, parcheggio e/o luoghi per la sosta ed il raccoglimento, come definito dalla N.T.A.

Il Comune di Verdellino è interessato dal vincolo intorno al proprio cimitero comunale e da una porzione della fascia di inedificabilità di quello del vicino Comune di Verdello.

I limiti sono stati forniti dall'Ufficio Tecnico Comunale.

Ipotesi di delimitazione area di interesse estrattivo:

Nella Revisione del Piano Cave la Provincia di Bergamo ha delimitato un'ampia porzione del territorio nord-ovest di Verdellino come area di interesse estrattivo A4 (argilla).

Tale area è circostante alla cava AC4a prevista dal Piano Cave in Comune di Osio Sotto, cava che comunque risulta non attiva da oltre 10 anni.

Le aree di interesse estrattivo non rappresentano l'individuazione di siti di cava ma aree in cui i futuri piani dovranno approfondire le potenzialità giacimentologiche e le valenze ambientali.

L'art. 73 (Tutela dei giacimenti) del Piano Cave vigente recita *“è fatto obbligo ai Comuni, nella pianificazione del loro territorio, di attribuire alle aree di interesse estrattivo destinazioni d'uso compatibili con il futuro potenziale utilizzo della risorsa mineraria”*.

2.6 CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DI PIANO

Questa carta è stata redatta alla scala 1:2.000 e interessa l'intero territorio comunale, considerata la ridotta estensione dello stesso.

E' stata inoltre redatta una carta di fattibilità alla scala 1:10.000 sulla base della C.T.R. di tutto il territorio Comunale, come richiesto dalla D.G.R. n° 6/40996 del 15/01/99.

Questa carta rappresenta il documento finale degli studi geologici eseguiti, e deve poter essere utilizzata in modo chiaro ed agevole sia dagli Amministratori Comunali, dai Tecnici e dai singoli Cittadini.

Il suo scopo è quello di visualizzare in maniera semplice ed organica le attitudini del territorio, con particolare attenzione ai fini edilizi, all'urbanizzazione ed ad interventi sul territorio nel rispetto delle caratteristiche geoambientali.

La Carta di Fattibilità è il risultato della valutazione di tutti gli elementi studiati tradotti da rischio geologico a fattibilità di interventi urbanistici.

Il lavoro è stato eseguito in conformità alle indicazioni della Regione Lombardia, che distingue quattro classi di fattibilità: da senza limitazioni a carattere geologico a limitazioni via via crescenti.

E' evidente che non tutte le aree comprese in seconda, in terza oppure in quarta classe sono affette dagli stessi problemi per cui necessitano di studi ed indagini diverse, mirate non solo in base al progetto ma in base alla zona.

Per questo devono essere utilizzate anche tutte le altre carte redatte, in ognuna delle quali sono visualizzate le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, geologico-tecniche del Comune, i cui caratteri salienti sono riassunti nella tavola di sintesi.

Per rendere più agevole la consultazione le classi di fattibilità 2-3-4 sono state suddivise in ulteriori sottoclassi (2a, 2b, ecc.), proprio in base al tipo di problematiche evidenziate.

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe rientrano le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle.

Questa classe interessa la maggior parte del territorio comunale, ove non sono state messe in luce specifiche problematiche.

Si rammenta che la classificazione di un territorio in classe 1 indica che non vi sono problematiche particolari da segnalare, ma non esclude l'esecuzione delle indagini geognostiche previste dal D.M. 11/03/88, che vanno comunque effettuate in sede di progettazione esecutiva, in base alla tipologia di opera da realizzare.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica, le quali non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.

Si tratta, quindi, di zone in cui la situazione geologica presenta un quadro leggermente problematico, ma che con l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o introducendo eventuali limitazioni possono essere utilizzate.

In base all'analisi delle caratteristiche del territorio di Verdellino sono state suddivise le seguenti sottoclassi:

2a – Zone con possibile presenza di falde superficiali sospese.

collegate alla presenza del torrente Morletta, che possono interferire con la realizzazione di opere nel sottosuolo. In queste zone è possibile rinvenire livelli fini con caratteristiche mediocri o scadenti, soprattutto se saturi o con elevato contenuto di acqua.

2b – Terreni con ristagno di acqua

Sono state identificate delle aree in cui sono stati osservati problemi di ristagno e di smaltimento delle acque meteoriche, fattore di cui è necessario tenere conto in sede di urbanizzazione.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe III comprende aree in cui sono state messe in luce con gli studi consistenti limitazioni alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'intorno.

L'utilizzo di tali aree sarà subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire maggiore conoscenza geologico-tecnica e/o idrogeologica dell'area e del suo intorno mediante campagne geognostiche, prove in situ ed in laboratorio oppure studi tematici a carattere idrogeologico, ambientale, idraulico, ecc.

Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune nonché le opere di sistemazione e bonifica.

Per la tipologia e la consistenza dei fenomeni che li caratterizzano questi terreni possono essere ricondotti ad un utilizzo insediativo previa preventiva dettagliata valutazione e *progettazione a carattere geologico da affrontare a livello di area e non solo di singolo progetto edilizio.*

Nella classe 3 sono state distinte le seguenti sottoclassi:

3a – Aree di tutela dei pozzi pubblici ad uso umano

Sono state puntualmente individuate in carte le zone di rispetto dei pozzi ad uso umano, al cui interno valgono le limitazioni imposte dall'art. 6 del DPR 236/88 e succ. modifiche ed integrazioni (vedi par. 2.5 per il dettaglio). Le aree sono delimitate con criterio geometrico per i due pozzi del Comune (via Petrarca e pozzo Aris) mentre in base alla ridelimitazione con criterio cronologico, approvata con Decreto della Regione Lombardia 7943 del 29/03/00, per i pozzi dell'Acquedotto della Pianura Bergamasca, presenti nella parte nord del territorio. Dei due pozzi comunali attualmente solo il pozzo di via Petrarca è attivo, il pozzo Aris non è utilizzato ma non è ancora chiuso e dismesso ufficialmente, per cui, in questa sede, si è ritenuto necessario mantenere l'area di tutela.

3b – Problematiche a carattere idraulico ed idrogeologico-geotecnico

Sono quelle aree in cui è segnalata la possibilità di esondazione del torrente Morletta. Oltre a questa problematica di carattere idraulico in queste aree, limitrofe al torrente Morletta, è alta la possibilità di trovare, in sede di scavo, piccole falde sospese, legate al torrente stesso, che possono interferire con opere interrato, nonché livelli fini, che possono avere caratteristiche geotecniche scadenti, soprattutto se saturi.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

L'alto rischio evidenziato comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle.

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non tenuta al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente limitati a manutenzioni ordinarie e straordinarie, restauri conservativi ed adeguamenti igienici, senza incremento del numero di abitazioni (Legge 457/1978, art. 31, punti a-b-c).

Nel caso specifico le classi di fattibilità 4 sono legate alla presenza di una serie di vincoli di natura fisico-antropica, e non a particolari problematiche geotecniche, idrogeologiche, ecc.

4a - Aree di tutela assoluta dei pozzi pubblici ad uso umano.

Riservata esclusivamente ad opere di captazione e di presa ed infrastrutture di servizio. E' regolata dall'art. 5 del D.P.R. 236/88 e succ. modifiche ed integrazioni.

4b - Zone di pertinenza dei corpi idrici superficiali

Interessa la fascia di 10 metri dal piede degli argini ed al suo interno è vietata l'edificazione (art. 96 comma f della Legge 523/1904).

4c – Vincolo cimiteriale

All'interno valgono le imposizioni dell'art. 338 del R.D. 1265 del 27/07/1934 e succ. modifiche ed integrazioni.

COMUNE DI VERDELLINO

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE AI

SENSI DELLA L.R. n° 41 del 24/11/97

CAPITOLO TERZO

***CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE,
RIFERIMENTI NORMATIVI ED ALLEGATI***

3.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

3.1.1 AZZONAMENTO IN CLASSI DI FATTIBILITA' DEL COMUNE

Il Comune di Verdellino è ubicato nella media Pianura Bergamasca a sud-ovest di Bergamo ed ha una superficie comunale molto ridotta (inferiore a 4 Km²).

Il suo territorio è comunque caratterizzato da varie situazioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche; per questo motivo diverse aree ricadono in classi di fattibilità geologica diversa.

Classe 1 (fattibilità senza particolari limitazioni)

Vi ricade la maggior parte del territorio Comunale per cui non sono state riscontrate particolari problematiche.

La classificazione di un territorio in classe 1 NON esclude l'esecuzione delle indagini geognostiche prevista dal D.M. 11/03/88, che vanno comunque effettuate in sede di pianificazione attuativa e progettazione esecutiva, in base alla tipologia di opera da realizzare.

Classe 2 (fattibilità con modeste limitazioni)

Interessa una limitata porzione del Comune, in cui è possibile rinvenire piccole falde sospese che possono interferire con le opere in sotterraneo, per le quali sarà necessario adottare idonei accorgimenti di impermeabilizzazione e per il drenaggio delle acque.

In queste zone è possibile rinvenire anche livelli fini scadenti, soprattutto quando saturi, cui è necessario porre attenzione in sede di progettazione geotecnica, per evitare problemi di cedimenti.

Un'altra limitata porzione di terreni ricade in questa classe perché sono stati osservati ristagni di acqua in superficie e difficoltà di drenaggio; in sede di utilizzo urbanistico di tali aree andranno adottate idonee soluzioni per superare il problema.

Classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni)

Interessa una limitata porzione del territorio Comunale.

In questa classe ricade un'ampia fascia di territorio limitrofa al torrente Morletta, in cui sono possibili fenomeni di esondazione e di allagamento. Tale area è ricavata dalle valutazioni del P.T.C.P. ed è stata puntualizzata in base alla topografia di dettaglio ed alle verifiche operative, nonché dai colloqui con i tecnici del Comune.

Per l'utilizzo di tali aree sono necessarie valutazioni di carattere idraulico sulle opere di progetto e l'adozione delle necessarie salvaguardie.

In queste zone sono possibili anche i problemi geotecnici-idrogeologici già indicati per la classe 2, legati alla possibile presenza di faldine superficiali e di livelli scadenti.

In questa classe ricadono anche le zone di tutela di pozzi pubblici ad uso potabile (2 del Comune e 3 dell'A.P.B.) in cui valgono le limitazione dell'art. 6 del DPR 236/88 e succ. mod. ed int. ed al cui interno eventuali opere dovranno rispettare detta normativa e garantire la totale non interferenza con il pozzo e con la falda potabile captata dal pozzo stesso.

Classe 4 (fattibilità con consistenti limitazioni)

Sono inserite alcune ridotte aree in cui vige una normativa di inedificabilità: aree di pertinenza fluviale, aree di tutela assoluta dei pozzi ad uso umano e vincolo cimiteriale, tutte normati da appositi regolamenti statali.

3.1.2 ULTERIORI INDICAZIONI

In merito alle principali problematiche evidenziate è possibile effettuare alcune valutazioni e fornire alcune indicazioni di massima.

Il problema della possibilità di esondazione del torrente Morletta potrà essere totalmente superato in caso di realizzazione di interventi sostanziali sulla sua asta (ad esempio canali scolmatori, come già realizzato per altri corsi d'acqua) da parte degli Enti preposti (Provincia di Bergamo, Consorzio di Bonifica).

Comunque resta molto importante la manutenzione e la pulizia delle sponde e dell'alveo, soprattutto nei restringimenti e presso ponti e sottopassi.

Piccoli allagamenti puntali, in superficie o negli scantinati, svincolati da tali aree di esondazione, sono correlati alla rete irrigua secondaria o al cattivo funzionamento (dispersioni, tracimazioni) di tombature e possono essere limitati e/o superati con idonee manutenzioni ordinarie e straordinarie (pulizia, sistemazione dei canali).

Le problematiche di smaltimento delle acque bianche di tetti e piazzali della parte industriale a sud del Comune sono legate alla forte impermeabilizzazione delle aree.

Il superamento del problema è da trovare con la realizzazione di opere strutturali quali ad esempio vasche volano per la laminazione della acque da mandare in fognatura, pozzi per la reimmissione in falda ecc., da valutare con gli Enti preposti ed a scala idonea.

Dal punto di vista idrogeologico la problematica principale è legata alla tutela e salvaguardia dei pozzi pubblici ad uso umano.

La falda superficiale è ormai compromessa per forti problemi di inquinamento ed i pozzi che la utilizzavano a scopo potabile sono stati chiusi a metà degli anni '80 dopo

l'emergenza atrazina; attualmente tale falda è utilizzata solo a scopo irriguo, agricolo e industriale.

I pozzi potabili pescano nel secondo acquifero, oltre i 110-120 metri di profondità.

Tale acquifero alla scala comunale risulta protetto, come già esposto in precedenza, da una serie di livelli impermeabili; eventuali problemi di inquinamento dello stesso possono avvenire più a nord, nelle aree di ricarica, ove avvengono scambi con l'acquifero superficiale.

Per quanto riguarda le aree di tutela e salvaguardia dei pozzi pubblici ad uso potabile la situazione è la seguente:

Pozzi Acquedotto Pianura Bergamasca: tra i comuni di Verdellino e Levate esiste un campo pozzi della provincia (7 pozzi), perforato dopo l'emergenza atrazina. Nel Comune di Verdellino ricadono 3 pozzi (n°1-2-7) ed il Comune è parzialmente interessato dall'area di tutela di un quarto. Per le aree di salvaguardia la Provincia si è dotata di un apposito studio idrogeologico, approvato con decreto dalla Regione Lombardia, e che è stato recepito nel presente studio.

Pozzi del Comune: attualmente il Comune utilizza 1 solo pozzo (via Petrarca) per il proprio approvvigionamento idropotabile. Per questo pozzo l'area di salvaguardia è stata tracciata con criterio geometrico, non essendo disponibile uno studio puntuale.

Il Comune ha poi un secondo pozzo (pozzo Aris) che attualmente non è utilizzato (abbandonato anch'esso dopo l'emergenza atrazina), ma per cui non è stata ancora formalizzata la pratica di dismissione e realizzata la chiusura. Nella situazione attuale si è ritenuto necessario mantenere l'area di salvaguardia (tracciata anch'essa con criterio geometrico).

3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito viene fornito un elenco, non esaustivo, dei principali riferimenti normativi in campo idrico, geologico ed ambientale che sono stati utilizzati per la stesura del presente documento, cui occorre fare riferimento per un'attenta e accurata gestione e programmazione del territorio.

Per la stesura del presente studio si è fatto diretto riferimento alle indicazioni contenute nella:

- Legge Regionale 24 novembre 1997 n° 41 “Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”
- Deliberazione della Giunta Regionale del 6 agosto 1998, n° 6/37918, pubblicata sul 1° suppl. str. al B.U.R.L. n° 36 del 8 settembre 1998 “Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall’art. 3 della L.R. 41/97”.
- Deliberazione della Giunta Regionale del 9 febbraio 1999 n° 6/40996 “Approvazione delle legende di riferimento per la predisposizione della carta geologica.....”

Le principali leggi cui fare riferimento in campo ambientale sono le seguenti:

- *D. L.vo 152 del 11/05/99* “Disposizioni sulla tutela della acque dall’inquinamento e recepimento” tra le altre cose integra e modifica le disposizioni del DPR 236/88 relativamente alla tutela dei pozzi e delle sorgenti ad uso potabile.
- *D.P.R. 236/88*: istituisce le fasce di salvaguardie dei punti di captazione (pozzi e sorgenti) per acque destinate al consumo umano: ne definisce le diverse caratteristiche e stabilisce quali attività sono permesse e quali devono essere escluse; stabilisce anche i parametri qualitativi minimi cui tali acque devono rispondere.

- *Deliberazione della Giunta Regionale del 27/06/96 n° 6/15137* che contiene le direttive tecniche per l'individuazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche.
- *Legge 523/1904*, nel capo VII Polizia delle acque pubbliche, art. 96, comma f prevede l'istituzione di una fascia dell'ampiezza di 10 metri dal piede degli argini entro cui è interdetta l'edificazione. Questo vincolo è stato riconfermato dal parere n°55 del 01/06/88 del Consiglio di Stato.
- *Legge 431/85 (legge Galasso)* individua ed elenca tutte quelle zone ed aree del territorio, divise per categorie geografiche, che devono essere sottoposte a vincolo di salvaguardia ambientale: i fiumi per una fascia di 150 metri, i laghi per una profondità di 300 metri e le montagne sopra certe quote altimetriche. La Legge prevede anche la stesura dei Piani Paesistici per la pianificazione provinciale.
- *R.D.L. n° 3267/1923* Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani, in cui viene istituito il vincolo idrogeologico per proteggere terreni montani e boschi da mutamenti di destinazione.
- *Legge 183/89* norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo: prevede la suddivisione del territorio nazionale in bacini idrografici per permettere interventi omogenei ed organici per assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque e la tutela degli aspetti ambientali. Lo strumento programmatico per il risanamento del territorio è costituito dai Piani di Bacino.
- *Legge 102/90* che contiene le disposizioni per la ricostruzione e a rinascita della Valtellina e delle adiacenti provincie di Bergamo, Brescia, Como e Novara dopo

l'alluvione del 1987. Prevede la predisposizione urgente di studi di rischio e dissesto su alcuni stralci di bacini idrografici, tra cui il Brembo.

- *Deliberazione Autorità di Bacino del Fiume Po n° 26/97 del 11/12/1997*: Norme di attuazione del Piano stralcio delle Fasce Fluviali e relativi allegati.
- Legge 267 del 3/08/98, emanata in seguito alla tragedia di Sarno riporta interventi e misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico, tra le quali la perimetrazione delle aree ritenute a “grave rischio”.
- *L.R. 33/88* relativa alla disciplina delle zone del territorio regionale a rischio geologico e sismico; prevede la stesura da parte delle Provincie dei Piani Funzionali per individuare le aree da assoggettare a vincolo idrogeologico e le aree caratterizzate da potenziale rischio geologico.
- *D.M. 11/03/88* che contiene le dettagliate norme tecniche per le indagini e le verifiche da eseguire sui terreni e sulle rocce, sulla stabilità dei pendii naturali e artificiali e le prescrizioni per la progettazione. Le istruzioni applicative sono contenute nella Circolare Ministeriale n° 30483 del 24/09/88.

3.3 BIBLIOGRAFIA

Per il presente lavoro è stata consultata ed utilizzata una gran quantità di materiale reperito presso:

- *Ufficio Tecnico del Comune di Verdellino*: relazioni varie di carattere geotecnico, geologico ed idrogeologico; “Indagini per l’individuazione delle aree idonee allo smaltimento di RSU nell’Alta Pianura Centrale” (Prov. BG. 1994-95), dati relativi ai pozzi Comunali ed ai pozzi della Provincia, cartografia, foto aeree.
- *Provincia di Bergamo*: Piano Regionale Risanamento Acque settore acquedotto e fognature, rete di monitoraggio della falda (dati freaticometrici e stratigrafie), Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (studi geologici ed idrogeologici – dr. Ghilardi; studi idraulici – prof. Paoletti; - Aspetti argicolo-irrigui – dr. Pasinetti), Piano Cave Provinciale.
- *Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca*: dati freaticometrici dal 1988 al 2000 di alcuni pozzi nell’area di Verdellino.
- *S.I.A. Servizi di Igiene Ambientale*: “Studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale DGR 6/15137 – Studio Idrogeotecnico” per le aree di salvaguardia dei pozzi di Levate e Verdellino (su autorizzazione della Provincia di Bergamo).
- *Azienda Lombarda per l’edilizia residenziale*: relazione geotecnica per il nuovo complesso di Corso Asia a Verdellino.

Altri dati di carattere geotecnico ed idrogeologico sono stati gentilmente forniti da Ditte che effettuano indagini geognostiche e fanno perforazioni di pozzi.

Articoli scientifici di interesse generale

- **AA.VV.** (1992) “*Catasto dei fontaninili della Lombardia*” Riv. Museo Sc. Nat. Di BG vol. 15.
- **Bendotti P. – Burlini L. - Francani V. – Saibene L. – Zappone A.** (1988) “*Studio idrogeologico delle esondazioni dei fiumi Adda, Brembo e Serio*” Studi Idrogeologici sulla Pianura Padana vol. 4.
- **Denti E. – Francani V. – Fumagalli L. – Pezzerà G. – Sala P.** (1988) “*Studio idrogeologico del foglio Vimercate IGM 1:50.000*” Studi Idrogeologici sulla Pianura Padana vol. 4.
- **Desio A. – Villa F.:** (1960) “*Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana. N° 1 Lombardia*” Univ. Milano Ist. Geol.
- **ENI** (1972) “*Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall’Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia*”.
- **E.R.S.A.L.** (1996) “*I suoli del Trevigliese*” Rapporti di rilevamento pedologico quaderno SSR18.
- **Francani V. – Lorandi F.** (1979) “*Studio idrogeologico del territorio Bergamasco fra i fiumi Adda e Oglio*” Quaderni I.R.S.A. n° 34.
- **Goltara L.** (1960) “*Carta Idrografica d’Italia: Irrigazione della Provincia di Bergamo*” terza Edizione – Soc. Incremento Agricolo e Industriale nella Povia di Bergamo.
- **Persicani D. – De Santi M. – Gasparetti G. – Sirio P.** (1991) “*Rischio di inquinamento idrico da nitrati – valutazione della pianura piacentina con il modello DRASTIC*” Geologia Tecnica vol. 2/91.

- **Pezzerà G.** “*L’inquinamento della falde nella Pianura Bergamasca*”.
- **Provincia di Bergamo, Università di Milano dip. Sc. Della Terra, Centro studi geodimantica alpina e quaternaria CNR (2000)** “*Carta geologica della provincia di Bergamo alla scala 1:50.000 – cartografia e note illustrative*” Provincia di Bergamo.
- **Provincia di Bergamo – Assessorato Territorio ed Ambiente (1990)** “*Qualità delle acque superficiali in Provincia di Bergamo*” Provincia di Bergamo.
- **Servizio Geologico d’Italia (1969)** “*Note illustrative della carta geologica d’Italia alla scala 1: 100.000 foglio 45 e foglio 46 Milano e Treviglio*”.
- **Servizio Geologico d’Italia** “*Carta geologica d’Italia alla scala 1:100.000 - Foglio n° 46 Treviglio*”.
- **Servizio Geologico Nazionale a cura di V. Catenacci (1992)** “*Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*” Memorie descrittive della carta geologica d’Italia – volume XLVII .

Pubblicazioni sul clima

- **AA.VV. (1981)** “*Condizioni termopluviometriche della Lombardia*” Atti Ist. Sc. Terra Pavia.
- **Betolini M. – Eliotropi C. (1988)** “*Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura Sezione di Bergamo – Osservazioni meteorologiche 1958-1987: note di climatologia ed ambiente*” Provincia di Bergamo.
- **Betolini M. – Eliotropi C. – Eliotropi M. (1990)** “*Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura Sezione di Bergamo Trentadue anni di osservazioni meteorologiche a*

Bergamo – Ulteriori considerazioni sui dati del trentennio 1958-87 ed il biennio 1988-89” Provincia di Bergamo.

- **Cati L.** (1980) *“Carta delle isoiete della precipitazione media annua del cinquantennio 1921-1970”* Pubbl. Min. LL.PP. - Uff. Idrografico del Po.
- **Ministero LL.PP. - Servizio Idrografico** (1973) *“La nevosità in Italia nel quarantennio 1921-1960”* Pubbl. Serv. Idrog. n° 26.
- **Ministero LL.PP. - Servizio Idrografico** (1973) *“Carta della precipitazione nevosa media annua in Italia dal 1921 al 1960 alla scala 1:1.000.000”* Allegato alla Pubbl. Serv. Idrog. n° 26.
- **Ministero LL.PP. - Servizio Idrografico** (1959) *“Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950”* Pubbl. Serv. Idrog. n° 24.
- **Ministero LL.PP. - Servizio Idrografico** (1959) *“Precipitazioni massime di durata da 1 a 5 giorni consecutivi per il trentennio 1921-1950”* Pubbl. Serv. Idrog.
- **Ministero LL.PP. - Servizio Idrografico** *“Annali idrologici”* relativi agli anni 1951-1971.

I TECNICI

Dr. geol. Mario Spada

Dr. geol. Gian Marco Orlandi

Dr. geol. Susanna Bianchi