

COMUNE DI BERLINGO

Provincia di Brescia

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RELAZIONE

L.R 12/2005 D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e d.g.r. n. 8/7374 del 2008
con recepimento prescrizioni Parere di compatibilità al PTCP della Provincia di Brescia"

Approvato con delibera di Consiglio Comunale n° _____ del 20.12.2010



Palazzolo s/O, Dicembre 2010

Dott. Geol. Marco Carraro
n. 701 o.g.l.

INDICE

1.	PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO	5
1.1.	FASE DI ANALISI.....	5
1.1.1.	Ricerca storica e bibliografica	5
1.1.2.	Cartografia di inquadramento	6
1.2.	FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE	6
1.3.	FASE DI PROPOSTA.....	7
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
3.	ASPETTI CLIMATICI.....	9
4.	CARATTERI GEOPEDOLOGICI.....	12
4.1.	I SUOLI DEL COMUNE DI BERLINGO	12
4.2.	PROPRIETA' APPLICATIVE DEI SUOLI	15
4.2.1.	La Capacita' d'uso dei suoli	15
4.2.2.	Attitudine allo spandimento agronomico dei liquami zootecnici.....	17
4.2.3.	Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee	18
4.2.4.	Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali	19
5.	CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	20
5.1.	GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE	22
5.2.	INFORMAZIONI GEOGNOSTICHE ED ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	24
5.2.1.	liquefazione	26
5.3.	GEOMORFOLOGIA DELL'AREA	26
6.	IDROGRAFIA.....	29
6.1.	ELEMENTI DI CRITICITA' IDRAULICA	29
7.	IDROGEOLOGIA.....	30
7.1.	GEOMETRIA DEGLI ACQUIFERI.....	31
7.2.	PIEZOMETRIA ED OSCILLAZIONI PIEZOMETRICHE.....	33
7.3.	QUALITA' E VULNERABILITA' DELLA FALDA.....	35
7.3.1.	Qualità e caratteristiche idrochimiche degli acquiferi	35
7.3.2.	Vulnerabilità della falda freatica	37

8.	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	40
8.1.	DATI STORICI	40
8.2.	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	42
8.3.	ANALISI DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO.....	44
8.4.	ANALISI DI 1° LIVELLO – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	44
8.5.	ANALISI DI 2° LIVELLO – VERIFICA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE (FA).....	45
8.5.1.	Amplificazioni litologiche: Zone Z4a, zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e coesivi.	46
8.5.2.	indagine sismica – Zone Z4	48
8.5.3.	Amplificazioni topografiche: Zone Z3a, zona di ciglio H>10m (bordo di cava).	54
9.	RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	56
9.1.	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	56
9.2.	PROGRAMMA DI TUTELA USO DELLE ACQUE (PTUA)	57
9.3.	PIANO CAVE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA	58
10.	CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI.....	59
10.1.	VINCOLI	59
10.1.1.	Vincoli di polizia idraulica	59
10.1.2.	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile	59
10.1.3.	Programma di Tutela Uso delle Acque (PTUA)	60
10.1.4.	Piano territoriale di coordinamento della Provincia di Brescia	60
10.2.	ELEMENTI DI SINTESI	60
11.	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	62
11.1.	CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.	64
11.2.	CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.....	65
11.2.1.	Sottoclasse 3a.....	66
11.3.	CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI.....	67
12.	BIBLIOGRAFIA.....	68

ALLEGATI

- Allegato 1: Dati climatici
- Allegato 2: Analisi chimiche pozzo via Trento (fraz. Berlinghetto)
- Allegato 3: Stratigrafie, prove di pompaggio pozzi e scheda pozzo comunale
- Allegato 4: Cantieri Geotecnici (prove penetrometriche e stratigrafie sondaggi)

TAVOLE

- Tavola 1: Carta Pedologica, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 2: Carta Lito- geomorfologica con elementi di prima caratterizzazione geotecnica, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 3: Carta Idrogeologica con elementi idrografici, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 4: Sezioni idrogeologiche, scala grafica
- Tavola 5: Carta della pericolosità sismica, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 6: Carta dei vincoli e di sintesi, scala 1:5.000, base aerofotogrammetrico comunale.
- Tavola 7: Carta della Fattibilità Geologica per le azione di Piano, scala 5.000, base aerofotogrammetrico comunale.

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente studio è stato eseguito su incarico dell'Amministrazione Comunale di Berlingo (Bs) a supporto del Piano di Governo del territorio comunale. Per l'esecuzione delle indagini ci si è attenuti alle indicazioni metodologiche riportate nei "Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio. Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" approvata con D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 e D.g.r. n. 8/7374 del 2008.

In particolare il lavoro si è articolato nelle seguenti tre fasi:

1. Fase di analisi (ricerca bibliografica, inquadramento e approfondimento/integrazione);
2. Fase di sintesi/valutazione;
3. Fase di proposta.

1.1. FASE DI ANALISI

1.1.1. Ricerca storica e bibliografica

Nella fase di analisi si è proceduto alla raccolta di tutte le informazioni disponibili sul territorio in esame attraverso la consultazione di tutte le fonti bibliografiche disponibili. Le diverse fonti reperite sono così raggruppabili:

Fonte	Documentazione soggetta ad analisi
Comune di Berlingo (Bs) Ufficio Tecnico Comunale (U.T.C.)	Studio Geologico comunale precedente a cura del dott. Geol. R. Cazzoletti, gennaio 2002
(U.T.C.)	Relazioni geotecniche (allegate ai calcoli c.a.) pratiche edilizie.
Provincia di Brescia (Settore Acque)	Pratiche domande di ricerca e di concessione all'utilizzo di acque sotterranee.
Regione lombardia (Sistema informativo territoriale)	Carta pedologica

Si precisa che è in corso la redazione dello studio del reticolo idrico minore a cura della dott.ssa agr. Francesca Oggioni. I contenuti cartografici di tale studio, con particolare riferimento all'individuazione, alla denominazione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore, ed alla proposta delle relative fasce di rispetto, vengono ripresi nella presente documentazione.

Per quanto riguarda una visione completa dei documenti considerati in tale fase e dei dati estratti da ciascuno si rimanda alla lettura dei singoli capitoli, degli allegati e della bibliografia.

1.1.2. Cartografia di inquadramento

I dati reperiti ed analizzati nella fase precedente, integrati dalle elaborazioni eseguite dal sottoscritto anche con rilievi di campagna, si è proceduto alla stesura di diversi elaborati cartografici di inquadramento estesi al solo territorio comunale o ad un intorno significativo, in funzione del tematismo considerato. La cartografia di riferimento utilizzata per le tematiche di inquadramento è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Per la Carta di Sintesi e dei Vincoli e per la Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano è stata utilizzata la base aerofotogrammetrica Comunale digitalizzata fornita dall'Amministrazione Comunale. Essa risulta la medesima base su cui è redatto anche il P.G.T.

A supporto del presente studio sono state realizzate le seguenti tavole di inquadramento:

- Tavola 1: Carta Pedologica, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 2: Carta Lito- geomorfologica con elementi di prima caratterizzazione geotecnica, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 3: Carta Idrogeologica con elementi idrografici, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 4: Sezioni idrogeologiche, scala grafica
- Tavola 5: Carta della pericolosità sismica, scala 1:10.000, base CTR

Nella successiva fase all'analisi dei documenti sopra elencati, sono state integrate le osservazioni ed i dati raccolti dal sottoscritto durante i rilievi di campagna ed i monitoraggi eseguiti, nell'obiettivo la definizione dei rischi gravanti sul territorio comunale di Berlingo.

La componente che rappresenta la sostanziale implementazione rispetto allo studio geologico comunale esistente è l'analisi del rischio sismico con la relativa stesura della Carta della pericolosità sismica locale.

1.2. FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

Tale fase si sviluppa attraverso un processo di ricapitolazione cartografica che riassume i tematismi fondamentali sia di natura geologica (Carta di Sintesi) che di carattere normativo (Carta dei Vincoli).

La Carta dei Vincoli, redatta per tutto il territorio comunale alla scala del P.G.T., riporta tutte le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore a contenuto prettamente geologico, in particolare:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino;
- Vincoli di Polizia idraulica;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

Nella Carta di Sintesi sono invece rappresentate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e della vulnerabilità sito specifica, in funzione delle criticità geologico - tecniche, idrauliche ed idrogeologiche individuate.

Considerando i vincoli gravanti sul territorio comunale e gli elementi di sintesi (criticità) individuate si è proceduto alla stesura di un unico elaborato denominato:

- Tavola 6: Carta dei vincoli e di sintesi, scala 1:5.000, base aerofotogrammetrico comunale.

1.3. FASE DI PROPOSTA

Rappresenta la fase finale dello studio geologico che si traduce nella redazione della Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano e delle relative Norme geologiche di attuazione.

Tale fase prevede una modalità standardizzata di attribuzione delle classi di fattibilità in funzione degli ambiti omogenei individuati per la pericolosità geologica – geotecnica e geomorfologica e per il grado di vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.

Le zone di fattibilità geologica omogenea sono state riportate nella:

- Tavola 7: Carta della Fattibilità Geologica per le azione di Piano, scala 5.000, base aerofotogrammetrico comunale.

Nella carta vengono anche rappresentati gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale che comunque non concorrono a definire la classe di fattibilità. A tali ambiti è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale si colloca all'interno della monotona media pianura bresciana nota anche come Piano Generale Terrazzato (P.G.T.) o Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.) avente pendenza generale NNW (confine comunale sp18 a 134 mslm) SSE (confine Torre Calini – C.na Chizzola a 114 mslm), per una estensione di circa 4 Km².

E' costituito da un nucleo urbano centrale (capoluogo di Berlingo) e la frazione di Berlinghetto posizionato nella zona nordorientale del territorio.

Il limite settentrionale del territorio si trova a poco più di 6 Km a SE rispetto al Monte Orfano ed a circa 16 Km a sud dal lago d'Iseo.

Il limite meridionale del territorio in questione si trova a poco più di 1 Km a monte delle prime risorgive di Maclodio q. 106 mslm (poste a cavallo delle strade s.s. 235 Lograto-Maclodio e s.p.20 Maclodio-Trenzano o via Rudiana).



Figura 1: inquadramento territoriale dell'area in esame

3. ASPETTI CLIMATICI

Per l'analisi degli aspetti climatici del territorio comunale di Berlingo sul lungo periodo sono stati utilizzati i dati noti in letteratura relativamente alle stazioni termopluviometriche di Chiari e di Brescia, in quanto si hanno a disposizione i dati relativi ad almeno 20 anni.

Per le analisi relative agli ultimi anni sono stati invece utilizzati i dati delle stazioni di rilevamento della rete del Servizio Agrometeorologico della Provincia di Brescia, operativa dalla fine del 1995. In particolare si è optato, considerando la collocazione geografica dell'area, per l'utilizzo dei dati delle stazioni di Chiari e di Poncarale, entrambe collocate in un contesto di pianura esterno alla cerchia morenica del Sebino.

Nella figura seguente si riportano le ubicazioni delle stazioni di rilevamento appartenenti alla rete del Servizio Agrometeorologico della Provincia di Brescia e dell'ARPA Lombardia.

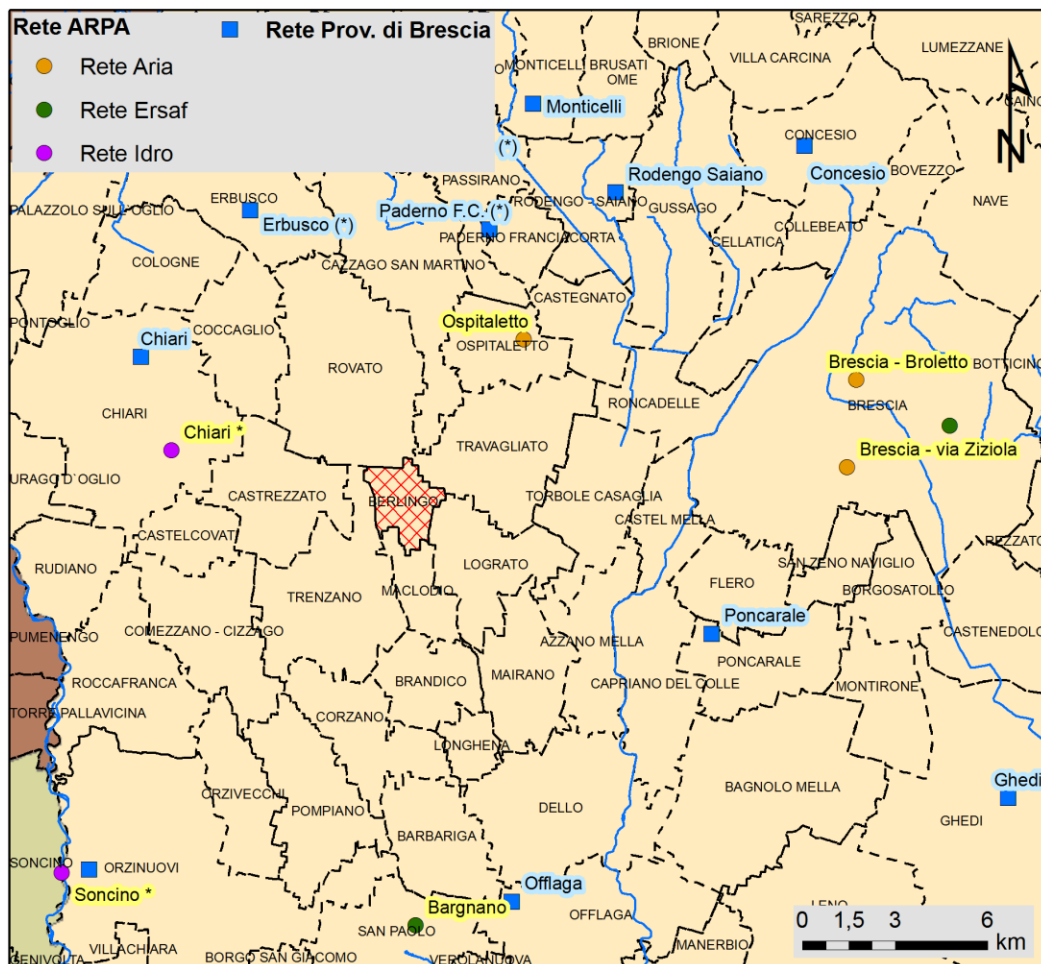


Figura 2: ubicazione stazioni meteo rete Arpa e Prov. Di Brescia

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi alle stazioni di rilevamento automatico del Centro Agrometeorologico della Provincia di Brescia, utilizzati ai fini del presente inquadramento climatico.

Stazione	Latitudine (GB)	Longitudine (GB)	Quota (m slm)	Attiva dal
Chiari	5044435	1572269	160	18/02/97
Poncarale	5035460	1590800	90	01/12/94

Tabella 1: Stazioni meteo di rilevamento automatiche.

L'andamento generale delle precipitazioni nel settore della bassa pianura bresciana è caratterizzato da valori medi abbastanza elevati (precipitazioni medie annue generalmente superiori ai 1000 mm), con i massimi di piovosità spostati verso i mesi estivi ed autunnali. La stagione invernale è generalmente contraddistinta dai minimi di piovosità.

Nell'allegato n. 01 – dati climatici si riportano i dati tabellari relativi alle precipitazioni registrate presso le stazioni di Poncarale (BS) e di Chiari (BS).

Dall'analisi dei dati, relativi al periodo 1995/2008 per la stazione di Poncarale ed al decennio 1998 – 2008 per la stazione di Chiari, si osserva un'oscillazione nelle precipitazioni totali compreso tra i 1.500 mm/ anno e minimi di 640 mm/ anno. Le precipitazioni medie annue si attestano sui 1000 mm/ anno per entrambe le stazioni.

L'analisi della distribuzione annuale delle precipitazioni conferma il trend precedentemente riportato, con i mesi più piovosi in estate- autunno (Settembre- Novembre) ed i mesi meno piovosi nel periodo invernale.

Si ritiene utile fornire anche i parametri della curva di probabilità pluviometrica delle stazioni di Chiari e Orzinuovi, fornite dall'Autorità di Bacino del Po per il bacino idrografico Oglio- Mella in pianura. In allegato si riportano le serie storiche delle precipitazioni intense utilizzate dall'Ente per la determinazione dei parametri sotto riportati.

Cod	Staz.	T= 20 anni		T= 100 anni		T= 200 anni		T= 500 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n
816	Chiari	51.06	0.254	64.19	0.256	69.78	0.257	77.18	0.258
818	Orzinuovi	48.98	0.201	64.19	0.18	70.71	0.173	79.39	0.165

Tabella 2: Curve di probabilità pluviometrica. Fonte AdBPo delibera n. 12/2001 Direttiva piene

Per quanto riguarda il parametro Temperatura, le serie storiche dei dati relativi alle stazioni di Brescia (periodo 1957- 1982) e di Chiari (ventennio 1957- 1976), evidenziano dei valori medi annui intorno ai 13 °C con oscillazioni annuali contenute entro i $\pm 1,5$ °C. Le temperature medie mensili più basse si osservano nel mese di Gennaio (2,5 °C) mentre quelle più elevate si registrano in Luglio (23,2 °C).

I dati relativi alle due stazioni, per il periodo considerato si riportano nell'allegato 1.

Anche per la Temperatura sono disponibili i dati a partire dal 1995 della Stazione di Poncarale e dal 1998 per Chiari. L'analisi dei dati conferma i valori medi annuali che si attestano sui 13- 14 °C con oscillazioni annuali contenute entro 1- 1,5 °C.

Anche la variazione stagionale delle temperature conferma i minimi termici collocati nel mese di Gennaio (-8 / -10 °C) ed i massimi in Luglio, con temperature prossime ai 40 °C.

4. CARATTERI GEOPEDOLOGICI

I caratteri pedologici riflettono la modalità deposizionale dei materiali presenti, costituiti sostanzialmente da alluvioni fluvioglaciali e fluviali wurmiane di litologia prevalentemente sabbiosa.

4.1. I SUOLI DEL COMUNE DI BERLINGO

Per l'analisi delle caratteristiche pedologiche del territorio comunale di Berlingo sono stati presi come riferimento i seguenti lavori:

- Suoli e paesaggi della Provincia di Brescia – Ersaf e Regione Lombardia (2004).
- Progetto “Carta Pedologica” – i suoli della pianura bresciana occidentale SSR 35 (Ersal, 2002);
- Sistema Informativo Territoriale – Basi informative dei suoli – Regione Lombardia.

I dati reperiti dalla letteratura sono stati integrati da sopralluoghi eseguiti in campo.

In tale sede si precisa come, vista la scala comunale dello studio, tale analisi pedologia sia da ritenersi a supporto esclusivo della pianificazione territoriale, rimandando ad indagini più mirate la valutazione delle singole peculiarità a scala aziendale.

Per la descrizione delle unità Pedologiche presenti nel territorio comunale di Berlingo si è fatto riferimento alla classificazione adottata dall'Ersal (2004) che consente di il territorio comunale di Berlingo in un contesto paesistico più ampio a scala provinciale.

Le diverse Unità Cartografiche presenti nel territorio comunale sono riportate nella Tavola 01 - Carta Pedologica, redatta alla scala 1:10.000 su base CTR. Di seguito si procede ad una breve descrizione delle unità pedologiche rilevate sul territorio comunale, rimandando agli studi sopracitati per ulteriori approfondimenti.

Unità cartografica CCD1 – Cà del Diavolo

Occupava le superfici alluvionali, stabili, piane o poco ondulate, a pendenza nulla o debole, poste a quote di circa 130 m.s.l. e presenta pietrosità superficiale comune. Il substrato è costituito da alluvioni grossolane calcaree (ghiaie con sabbia). Uso del suolo prevalente: seminativi avvicendati. I suoli CDD1 sono profondi su orizzonti fortemente calcarei, a tessitura media, scheletro frequente, subacidi, a drenaggio buono e permeabilità moderata; AWC moderata; tasso di saturazione in basi basso. I suoli presentano un orizzonte superficiale di spessore 20-35 cm, di colore bruno scuro o bruno giallastro scuro, a tessitura franca (franco sabbiosa), frammenti da frequenti a scarsi, piccoli; sono subacidi (acidi); gli orizzonti profondi nella loro parte superiore (Bt), hanno spessore di 15-30 cm, colore bruno forte, tessitura franca,

frammenti frequenti (scarsi) medi e piccoli; sono subacidi; nella parte intermedia (BC), hanno spessore di 40-50 cm, colore bruno giallastro, tessitura franco sabbiosa, frammenti frequenti medi, sono subacidi; mentre nella parte inferiore hanno orizzonti fortemente calcarei (Ck), di spessore 20-40 cm, colore bruno pallido, tessitura franco sabbiosa, frammenti abbondanti medi e piccoli. Il substrato parte da 60-120 cm di profondità, hanno frammenti da abbondanti a molto abbondanti piccoli e medi, sono calcarei. I suoli CDD1 sono adatti all'agricoltura (Ils), presentando moderate limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla granulometria; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S2), con lievi limitazioni connesse alla granulometria e al pH; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è basso (B).

Unità cartografica LEO1 - Leonessa

Occupava le superfici alluvionali, stabili, piane o poco ondulate dell'alta pianura ghiaiosa, a pendenza nulla o debole. Presenta pietrosità superficiale moderata. Il substrato è costituito da alluvioni grossolane calcaree (ghiaie e ghiaie con sabbia). Uso del suolo prevalente: seminativi avvicendati.

I suoli LEO1 sono profondi o moderatamente profondi limitati da orizzonti a tessitura fortemente contrastante, a tessitura moderatamente fine, scheletro da assente a comune, da neutri ad alcalini, a drenaggio buono e permeabilità moderata; AWC alta; tasso di saturazione in basi alto. I suoli presentano un orizzonte superficiale di spessore 30-35 cm, di colore bruno giallastro scuro, a tessitura franco limosa, frammenti da scarsi a comuni molto piccoli e piccoli; sono subalcalini o alcalini; gli orizzonti profondi (Bt), hanno spessore di 60-100 cm, colore bruno scuro, tessitura franco argillosa, frammenti da assenti a comuni molto piccoli e piccoli; sono da neutri a alcalini. Tra il substrato e gli orizzonti soprastanti possono essere presenti orizzonti fortemente calcarei (Ck), di spessore 10-20 cm, di tessitura sabbioso franca, con concrezioni calcaree di natura pendant. Il substrato parte da 100-140 cm di profondità, di colore bruno forte, a tessitura franco sabbioso argillosa (sabbiosa), frammenti frequenti o abbondanti molto piccoli e piccoli, sono da scarsamente calcarei a calcarei. suoli LEO1 sono adatti all'agricoltura (Ils), presentando moderate limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; sono adatti senza limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici (S1t), e presentano problemi gestionali legati alla tessitura; sono adatti senza limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione (S1); hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è basso (B).

Unità cartografica TAR 3 - Tartufaia

Occupava le superfici alluvionali, del LFdP, a pendenza nulla o debole, poste a quote di circa 150 m.s.l. e presenta pietrosità superficiale comune. Il substrato è costituito da alluvioni grossolane calcaree (ghiaie e sabbie ghiaiose). Uso del suolo prevalente: seminativi avvicendati.

I suoli TAR3 sono sottili limitati da orizzonti a scheletro molto abbondante, a tessitura grossolana e scheletro abbondante fino a 45 cm, molto abbondante al di sotto, da subalcalini ad alcalini, da scarsamente calcarei a calcarei, a drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata; AWC molto bassa, con tasso di saturazione in basi alto.

I suoli presentano un orizzonte superficiale di spessore 20-30 cm, di colore rosso giallastro, a tessitura franca, sono scarsamente calcarei; gli orizzonti profondi, nella loro parte superiore (BC o Bw), hanno spessore di 20-30 cm, tessitura franca (franco sabbiosa), colore rosso scuro, sono da scarsamente calcarei a calcarei; nella loro parte inferiore hanno orizzonti fortemente calcarei (Ck), di colore grigio, tessitura sabbiosa. Il substrato parte da 50-80 cm di profondità, di colore bruno grigiastro molto calcareo. Questi suoli hanno frammenti abbondanti medi e piccoli; sono da subalcalini ad alcalini entro 40-60 cm di profondità. I suoli TAR3 sono adatti all'agricoltura (IVs), presentando tuttavia limitazioni molto severe, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3), con moderate limitazioni dovute alla granulometria; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla granulometria; hanno capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è basso (B).

Unità cartografica SBN1 – Sabbionera

Occupava le superfici stabili della pianura idromorfa, a pendenza nulla, poste a quote di circa 100 m.s.l. e presenta pietrosità superficiale moderata. Il substrato è costituito da depositi alluvionali grossolani e calcarei (ghiaie e ghiaie sabbiose). Uso del suolo prevalente: seminativi avvicendati. I suoli SBN1 sono moderatamente profondi limitati da falda o orizzonti idromorfi, a tessitura media, scheletro frequente, da neutri a subacidi, non calcarei, a drenaggio mediocre e permeabilità moderata; AWC alta, tasso di saturazione in basi alto. I suoli SBN presentano un orizzonte superficiale di 40-60 cm di spessore, colore bruno, tessitura franca o franco sabbiosa, scheletro scarso, raramente frequente, non calcareo e a pH subacido. Gli orizzonti di profondità, profondo 60-80 cm, presentano colore bruno grigiastro e tessitura franca o franco sabbiosa, in alcuni casi franco sabbioso argillosa, con frequenti frammenti molto piccoli e piccoli. Questi orizzonti presentano evidenze di idromorfia con comuni screziature grigio brunastre. Sono non calcarei e neutri in alcuni casi subacidi. Il substrato parte da circa 100 cm, è di colore grigio scuro o bruno grigiastro, grossolano, con scheletro abbondante, da non calcareo a calcareo. I suoli SBN1 sono adatti all'agricoltura (IIIs), presentando tuttavia severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla presenza di falda; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla CSC; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alle proprietà chimiche; il loro valore naturalistico è basso (B).

Unità cartografica BTU1 – Bruciati

Occupava le superfici alluvionali, stabili, piane o poco ondulate, a pendenza nulla o debole, poste a quote di circa 130 m.s.l. e presenta pietrosità superficiale comune. Il substrato è costituito da alluvioni grossolane calcaree (ghiaie con sabbia). Uso del suolo prevalente: seminativi avvicendati. I suoli BTU1 sono da moderatamente profondi a profondi su orizzonti scheletrici e fortemente calcarei, a tessitura moderatamente fine in superficie, grossolana in profondità, scheletro frequente in superficie (90-120 cm), abbondante in profondità, da subacidi a subalcalini in superficie (40 cm), da neutri ad alcalini in profondità, non calcarei in superficie (100 cm circa), fortemente calcarei in profondità, a drenaggio buono e permeabilità moderatamente; AWC alta; tasso di saturazione in basi alto. I suoli presentano un orizzonte superficiale di spessore 30-40 cm, di colore bruno giallastro scuro, a tessitura franca (franco sabbiosa), frammenti comuni molto piccoli e piccoli; sono da non calcarei a scarsamente calcarei, da subacidi a subalcalini; gli orizzonti profondi nella loro parte superiore (Bt), hanno spessore di 35-45 cm, colore bruno rossastro, tessitura franco argillosa, frammenti frequenti molto piccoli e piccoli (medi); sono da non calcarei a scarsamente calcarei; da neutri a alcalini; nella parte intermedia (BC), hanno spessore di 10-15 cm, colore bruno rossastro, tessitura franco sabbioso argillosa (franco sabbiosa), frammenti frequenti molto piccoli e piccoli; sono da non calcarei a molto calcarei, da neutri a alcalini; mentre nella parte inferiore possono essere presenti orizzonti fortemente calcarei (Ck), di colore bruno molto pallido, a tessitura sabbioso franca, frammenti abbondanti piccoli e molto piccoli. Il substrato parte da 75-100 cm di profondità, di colore bruno giallastro scuro, a tessitura sabbioso franca, frammenti frequenti o molto abbondanti piccoli (medi) e molto piccoli, sono fortemente calcarei. I suoli BTU1 sono adatti all'agricoltura (Ils), presentando moderate limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2t), con lievi limitazioni dovute alla granulometria, e presentano problemi gestionali legati alla tessitura; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse alla CSC; hanno capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è basso (B).

4.2. PROPRIETA' APPLICATIVE DEI SUOLI

Dall'elaborazione dei dati relativi ad ogni singola unità pedologica presente nel territorio comunale, con altri elementi ambientali (es: condizioni climatiche, erosione, pendenza della superficie topografica) possibile ottenere delle carte derivate relative ad alcune caratteristiche applicative dei diversi suoli. Nei seguenti paragrafi si procede alla descrizione delle diverse caratteristiche applicative individuate dall'Ersaf per il territorio comunale in esame.

4.2.1. La Capacità d'uso dei suoli

La Capacità d'uso dei suoli viene così definita: *“le potenzialità d'uso agro- silvo- pastorale, contrastate dal grado e dal numero delle limitazioni difficilmente eliminabili, che presentano i*

suoli di un dato territorio, con o senza specifiche pratiche di difesa e conservazione” (Ersal-Glossario podologico- 1998). Essa rappresenta praticamente le potenzialità e le relative limitazioni per un loro utilizzo agro- silvo- pastorale indipendentemente dai possibili interventi antropici. L’individuazione della capacità d’uso dei suoli di un territorio ha come obiettivo quello di evidenziare le aree a maggiore vocazione agricola, e conseguentemente di adottare le misure necessarie alla loro tutela/mantenimento in sede di pianificazione territoriale.

Per la definizione della classe di capacità d’uso dei suoli è valutata seguendo la metodologia “Land Capability Classification” elaborata nel 1961 dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell’Agricoltura degli Stati Uniti. Tale metodologia è stata adattata alla situazione della nostra regione dall’E.S.A.L. (ora E.R.S.A.F.) nel 1996.

La metodologia prevede l’uso di otto classi principali (indicate da numeri romani) e da sottoclassi ed unità che possono essere introdotte in base al tipo e alla gravità delle limitazioni che ostacolano le normali pratiche agricole.

Delle otto classi le prime 4 (dalla I alla IV) sono, seppur con crescenti limitazioni, adatte all’uso agricolo, dalla V alla VII sono inadatti all’uso agricolo mentre sono adatti al pascolo ed alla forestazione, mentre la classe VIII è da utilizzarsi a fini naturalistici e ricreativi.

I suoli appartenenti alla medesima classe possono presentare delle limitazioni correlate a fattori diversi evidenziati dalla presenza di un suffisso vicino alla classe. Tali limitazioni sono riassumibili in:

- limitazioni legate a sfavorevoli condizioni climatiche (C);
- limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo come l’abbondante pietrosità, la scarsa profondità, la sfavorevole tessitura e lavorabilità ed altre (s);
- limitazioni legate all’eccesso di acqua, dentro e sopra il suolo, che interferisce con il normale sviluppo delle colture (w);
- limitazione legate al rischio di erosione (e).

Nella tavola 01 si riporta la classificazione del territorio comunale sulla base della Capacità d’uso dei suoli, realizzata sulla base della banca dati “Capacità d’uso” della Regione Lombardia (Basi informative dei suoli).

Come evidenziato nella tavola, il territorio comunale di Berlingo è caratterizzato da suoli di classe II ad un utilizzo agricolo. Le principali limitazioni sono ascrivibili a caratteristiche negative del suolo come l’abbondante pietrosità, la scarsa profondità, la sfavorevole tessitura e lavorabilità.

Di seguito si riporta la definizione fornita dall’ USDA dei suoli di II e III classe:

- Suoli di II classe. Suoli adatti all'agricoltura, con alcune lievi limitazioni, che riducono l'ambito di scelta delle colture e/o richiedono modesti interventi di conservazione.
- Suoli di III classe. Suoli adatti all'agricoltura con sensibili limitazioni che riducono la scelta delle colture impiegabili (oppure la scelta del periodo di semina, raccolta, lavorazione del suolo) e/o richiedono speciali pratiche di conservazione.
- Suoli di IV classe. Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

4.2.2. Attitudini allo spandimento agronomico dei liquami zootecnici

Vista la connotazione del territorio comunale, dove l'agricoltura riveste ancora un ruolo rilevante, riveste particolare importanza l'attitudine dei suoli a ricevere i liquami d'origine zootecnica limitando al minimo i rischi di compromissione delle risorse idriche sotterranee e superficiali.

Il pericolo per le acque superficiali è legato alle possibilità di ruscellamento dei liquami che possono trasportare sostanze nocive quali: fosforo, sostanza organica, azoto ammoniacale e nitrico, rame e zinco. Le acque sotterranee possono invece essere interessate da fenomeni d'inquinamento connessi alla lisciviazione in profondità dei nitrati prodotti dal metabolismo microbico dei liquami che si svolge negli strati superficiali del suolo.

Tale attitudine, oltre che dalle proprietà intrinseche del suolo, è condizionata anche da caratteristiche esterne tra le quali assume rilevanza l'epoca di spandimento dei liquami in funzione dello stato vegetativo delle colture. Il periodo idoneo allo spandimento dei liquami zootecnici deve essere limitato a quello immediatamente precedente (in fase di pre-emergenza) o in contemporanea allo sviluppo iniziale delle colture sul campo e nelle fasi vegetative che richiedono maggiori consumi di elementi nutritivi. Il rispetto di tali tempistiche consente di ottenere un migliore assorbimento degli elementi nutritivi da parte delle colture, in particolare dei composti azotati, e un rallentamento della lisciviazione degli stessi in profondità.

Per quanto riguarda la valutazione delle caratteristiche di un suolo a ricevere i liquami zootecnici si fa sempre riferimento allo schema interpretativo adottato dall'Ersal (1996), che prevede quattro classi attitudinali:

- Suoli adatti (S1): i suoli adatti hanno generalmente un drenaggio buono o mediocre, sono profondi e la morfologia del territorio è pianeggiante.
- Suoli moderatamente adatti (S2). In questa classe rientrano i suoli caratterizzati da moderate limitazioni allo spandimento legate ad alcuni singoli fattori, od alla loro concomitanza, quali: moderata pendenza, presenza di scheletro, tessitura da media a grossolana, drenaggio moderatamente rapido.

- Suoli poco adatti (S3). I suoli di questa classe hanno caratteristiche tali da determinare un forte aumento dei fattori di rischio. In particolare la presenza di falda intorno al metro di profondità, il drenaggio rapido, la tessitura moderatamente grossolana, nonché la somma di questi fattori suggeriscono di ritenere l'uso di questi suoli non particolarmente adatto allo spandimento dei liquami.
- Suoli non adatti (S4). Lo spargimento di liquami su questi suoli non è praticabile per la presenza di fattori quali: la pietrosità eccessiva, la falda superficiale e lo scheletro abbondante.

Rimandando allo schema interpretativo dell'Ersal l'approfondimento della metodologia di attribuzione della classe ad ogni suolo, di seguito si citano solamente in diversi fattori limitanti che entrano in gioco: inondabilità, rocciosità, pietrosità, pendenza, drenaggio, falda, scheletro, caratteristiche vertiche (fessurazioni), profondità strato permeabile, tessitura del primo metro e presenza e profondità degli orizzonti organici.

Nella Tavola 01 si riporta la classificazione del territorio comunale di Berlingo sulla base dell'attitudine allo spandimento dei liquami zootecnici dei suoli, realizzata sulla base della banca dati "Reflui" della Regione Lombardia (Basi informative dei suoli).

I suoli presenti sul territorio comunale di Berlingo risultano generalmente adatti senza limitazioni(S1) allo spandimento dei reflui zootecnici.

4.2.3. Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee

Questa interpretazione esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili in profondità con le acque di percolazione in direzione delle risorse idriche sottosuperficiali. Le precipitazioni e, soprattutto l'irrigazione, sono considerate le principali fonti di acqua disponibile per la lisciviazione dei prodotti fitosanitari o dei loro metaboliti attraverso il suolo. La valutazione della capacità protettiva dei suoli assume pertanto una rilevanza particolare nelle aree ove vengono utilizzate tecniche irrigue a forte consumo di acqua. L'interpretazione fornita dall'Ersaf esprime la potenziale capacità del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione; non è invece riferita a specifici antiparassitari o famiglia di prodotti fitosanitari. Le proprietà pedologiche che rientrano nel modello interpretativo sono correlate con la capacità di attenuazione e il comportamento idrologico del suolo. Tali caratteristiche del suolo sono: la permeabilità, la profondità della falda, la granulometria, le proprietà chimiche (pH, CSC). Il modello prevede, in sintonia anche con criteri interpretativi analoghi utilizzati in Europa e negli Stati Uniti, la ripartizione dei suoli in tre classi di capacità protettiva nei confronti delle acque profonde: elevata, moderata e bassa.

Nella tavola 01 si riporta la classificazione del territorio comunale sulla base della capacità protettiva dei suoli per le acque sotterranee, realizzata sulla base della banca dati "Acque_sott"

della regione Lombardia (Basi informative dei suoli). Il territorio comunale è caratterizzato da suoli in grado di fornire un grado di protezione da moderato a basso.

4.2.4. Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali

Questa interpretazione, complementare alla precedente esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti con le acque di scorrimento superficiale in direzione delle risorse idriche di superficie. Gli inquinanti distribuiti sul suolo possono essere trasportati nelle acque che scorrono sulla superficie del suolo stesso, o in soluzione, o adsorbiti sulle particelle solide contenute in tali acque. Come la precedente, anche questa interpretazione ha carattere generale e consente la ripartizione dei suoli in tre classi a decrescente capacità protettiva. Molto spesso il comportamento idrologico dei suoli è tale che a capacità protettive elevate nei confronti delle acque superficiali corrispondono minori capacità protettive nei confronti delle acque sotterranee e viceversa. Sulla base della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali l'Ersaf propone la suddivisione del territorio comunale così come riportata nella Tavola 01.

La maggior parte del territorio comunale è caratterizzato da suoli in grado di fornire una “moderata” protezione nei confronti dei fenomeni di ruscellamento e scorrimento superficiale degli eventuali inquinanti verso i corpi idrici superficiali.

5. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il territorio di Berlingo (pc 134 – 114 mslm) si colloca circa 8-10 Km a valle delle propaggini più esterne dell'anfiteatro morenico del Sebino (pc 200 mslm), 15-16 Km a sud del lago d'iseo (q. 186 mslm), circa 1 Km a monte della prima linea delle risorgive (pc 106-108 mslm). Dista circa 13 Km dal fiume Oglio (ad ovest) e circa 8 Km dal fiume Mella (ad est). Il primo affioramento roccioso risulta il Monte Orfano, distante circa 8 km in direzione NW. Il Monte Netto (Poncarale – Capriano del Colle) è posto circa 9 Km a SE.

I processi alluvionali sia di carattere deposizionale che erosivo hanno profondamente condizionato l'assetto attuale del territorio comunale e dell'intera pianura circostante. In particolare la morfologia attuale della pianura è legata all'azione erosiva e di rimaneggiamento degli apparati morenici collocati allo sbocco della Val Camonica esercitata dagli scaricatori fluvio-glaciali (F. Oglio ad ovest del Sebino e T. Longherone a sud del Sebino) e all'azione morfodinamica quaternaria dei corsi d'acqua che hanno riversato a valle il materiale nei periodi di disgelo. Tale piana fluvio-glaciale - fluviale, costituisce il Livello Fondamentale della Pianura a cui il territorio comunale di Berlingo appartiene. L'azione morfodinamica dei corsi d'acqua ha portato ad una classazione granulometrica dei depositi alluvionali della pianura, con una prevalenza di depositi grossolani nei settori più settentrionali e fini in quelli meridionali. Nella realtà si rilevano numerose discrepanze rispetto alla classica differenziazione della pianura sulla base di una graduale diminuzione granulometrica da nord verso sud. In tale contesto "classico" il comune di Berlingo si colloca sul "Livello Fondamentale della pianura", nella zona terminale dell'alta pianura. Secondo Cremaschi (1987) la formazione del Livello Fondamentale della Pianura è da attribuire al tardo Pleistocene superiore in connessione con la fase glaciale di Solferino. Durante l'ultimo massimo glaciale (collocabile circa 15.000 anni fa) i corsi d'acqua sono caratterizzati da elevate portate liquide e solide, legate alla notevole quantità di sedimenti trasportati dai ghiacciai e alla presenza di forte erosione superficiale dovuta alla scarsità di copertura vegetale. Ciò comporta la formazione di un sistema di canali multipli intrecciati a valle del fronte glaciale che si estendevano molto più a sud rispetto ad oggi. Nella successiva fase di deglaciazione l'assetto idrografico generale passa dal sistema Braided ad un sistema caratterizzato da canali debolmente sinuosi e meandriformi, in relazione con una diminuzione della portata solida. Secondo Marchetti (1990) le tracce dei canali abbandonati hanno un rapporto delle caratteristiche geometriche pari a circa 6 volte quelle dell'Oglio attuale e quindi appartenenti ad un corso d'acqua con portate di circa 20 volte superiori di quelle attuali del Fiume Oglio. L'entrata a regime dei bacini lacustri (nel caso in esame del Lago d'Isèo)

pedealpini implica un cambiamento del regime idraulico dei corsi d'acqua con una riduzione della portata liquida e del trasporto solido. Ciò comporta un'intensa fase erosiva con il raggiungimento di un nuovo punto di equilibrio e l'incisione delle valli fluviali attuali. Secondi diversi autori (Cremaschi, 1987- Marchetti, 1990) questa fase di profonda incisione fluviale è attribuibile al periodo pre-Atlantico. Successivamente l'assetto idrografico della pianura assume caratteristiche simili a quelle attuali. N.B. A nostro avviso le portate citate dagli autori di cui sopra devono riferirsi alle portate di piena e non alle portate ordinarie dei fiumi.

Nel quadro geologico generale si riconosce la presenza quasi esclusiva di depositi di origine fluvioglaciale del Pleistocene costituenti il L.F.P. – Livello Fondamentale della Pianura ("Wurm - Riss" nella Carta Geologica d'Italia) a bassa alterazione superficiale (suoli con spessori variabili fra 0,30 - 1 m). La geologia della zona si può descrivere in termini tradizionali con la presenza di depositi di origine fluvioglaciale in cui le deposizioni alluvionali rappresentano una testimonianza dei grandi fenomeni alluvionali ad alta energia con acque di provenienza camuna. Nell'area in oggetto la provenienza di tali alluvioni, ricostruita per gli orizzonti più superficiali dalla struttura geomorfologica mentre per gli strati via via più profondi dalla struttura idrogeologica, risulta sia da antiche alluvioni dell'Oglio sia da antichi fenomeni di rimaneggiamento dell'apparato morenico del Sebino. Indipendentemente dall'area di origine dei depositi l'unità formazionale a cui si appartiene si riferisce alle Alluvioni fluviali e fluvioglaciali wurmiane ghiaioso sabbiose con strato superficiale argilloso, rossiccio e di modesto spessore, costituenti l'alta pianura (a nord della linea delle risorgive). Dall'osservazione delle pareti delle cave della zona si riconosce una litologia formata essenzialmente da sedimenti a granulometria grossa (ciottoli e ghiaie sabbiose) a tratti parzialmente cementati e generalmente con una scarsa presenza di frazione fine. La granulometria grossolana e le strutture di stratificazione incrociata presenti testimoniano l'ambiente deposizionale di tipo alluvionale ad alta energia. I clasti sono molto arrotondati e poligenici anche se è prevalente la natura calcarea.

Il sottosuolo è costituito da un'enorme successione di ghiaie sabbiose a supporto clastico, con ciottoli poligenici arrotondati intervallate da orizzonti, tasche e lenti di limi argillosi originatisi durante periodi deposizionali a bassa energia. Si rilevano inoltre paleo-suoli più continui costituiti da argille di alterazione formatisi in ambiente sub-aereo. Globalmente, come vedremo in seguito con un'attenta valutazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, nell'area in questione sembra di poter ritenere preponderanti gli apporti provenienti dai quadranti occidentali rispetto a quelli orientali. Ciò comporterebbe una provenienza preferenziale dalle aree a sud e ad ovest del Mt. Orfano e quindi un minore apporto dall'apparato morenico del Sebino. La natura dei clasti è poligenica, ma con prevalenza della componente carbonatica.

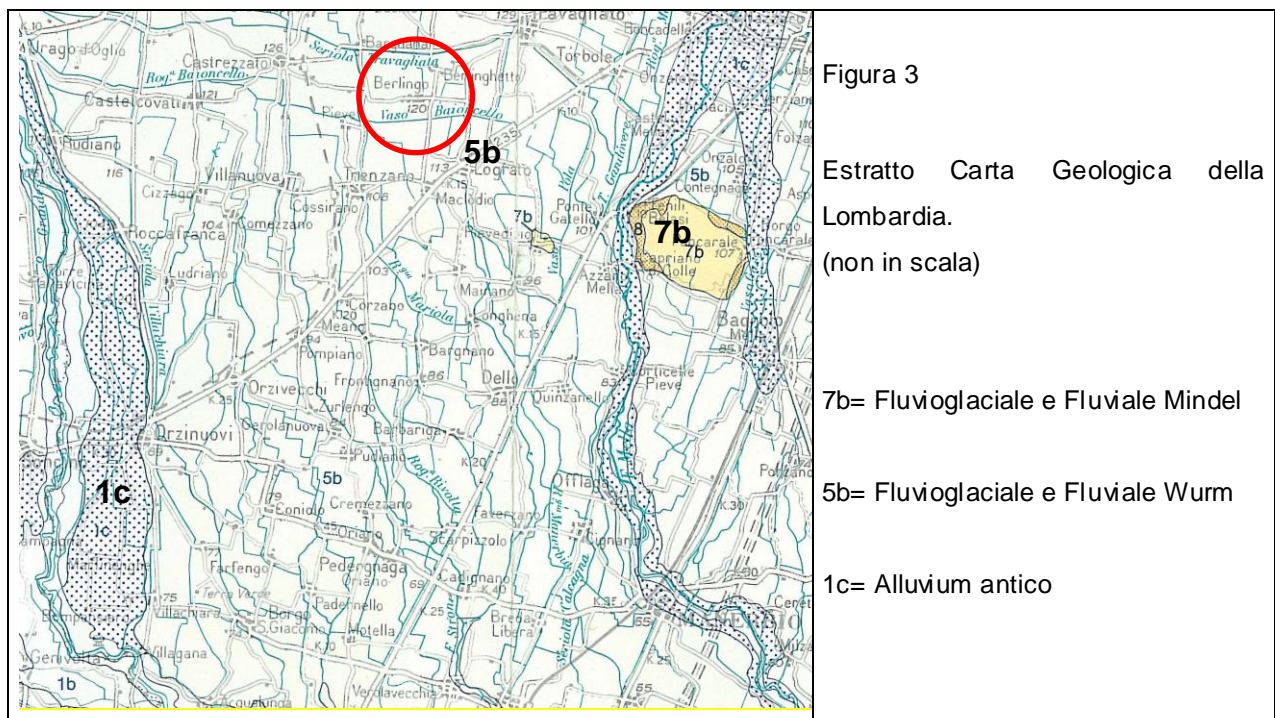
5.1. GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE

Il territorio comunale di Berlingo è caratterizzato dalla presenza di depositi fluviali e fluvioglaciali ascrivibili al Pleistocene Superiore e legati all'ultima espansione glaciale.

L'assetto geologico dell'area è riportato Nel Foglio 47 – Brescia della Carta Geologica d'Italia (1966) rappresentato alla scala 1:100.000 sulla base del rilevamento alla scala 1:25.000.

Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di un'unica unità geologica denominata *“alluvioni fluvioglaciali da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo rossiccio, di ridotto spessore, localmente ricoperte da limi più recenti in lembi non cartografabili separatamente. Costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche più alte degli anfiteatri sebno e benacense.”*

Anche nella Carta Geologica della Regione Lombardia (Servizio Geologico Nazionale, scala 1:250.000 – 1990) viene individuata un'unica unità geologica per tutto il territorio comunale, nello specifico l'unità quaternaria del “Fluvioglaciale e Fluviale Wurm: ghiaie e sabbie (Pleistocene medio).



L'analisi dei dati a disposizione (stratigrafie, relazioni geotecniche, ecc.) ha consentito di osservare la presenza di un substrato prevalentemente ghiaioso con ciottoli e sabbie. Le ghiaie sono prevalentemente d'origine sedimentaria (di natura calcareo - dolomitica) e subordinatamente d'origine intrusiva e metamorfica (provenienti dal basamento cristallino affiorante in Valle Camonica). Non si osservano variazioni granulometriche significative nelle diverse porzioni di territorio comunale considerato.

Vista l'omogeneità dell'unità geologica caratterizzante il territorio comunale non si è ritenuto opportuno realizzare appositamente una carta tematica. In questo contesto di omogeneità la carta geologica sarebbe risultata un elaborato uniformemente monocromatico e quindi di alcun utilizzo pratico.

Dal punto di vista strutturale, Boni e Peloso (1982) segnalano la presenza di una anticlinale sepolta ubicata alcuni chilometri a sud di Berlingo, denominata "Pievedizio Ciliverghe", con asse disposto E/SE- W/SW e transitante a metà tra gli abitati di Orzivecchi e Comezzano. Secondo gli autori si tratta di un inarcamento profondo del substrato che porta ad un innalzamento dei terreni sovrastanti. L'attività dell'anticlinale è fatta risalire almeno al Pleistocene medio ed è ritenuta in esaurimento nell'Olocene.

Nella Tavola 02 Carta litologica e di prima caratterizzazione geotecnica, redatta alla scala 10.000 su base CTR, sono state riportate le caratteristiche litologiche superficiali relative al substrato che si trova immediatamente al di sotto degli orizzonti pedogenizzati (profondità compresa fra 1 - 2 metri dal p.c.). A tal fine sono stati utilizzati i dati riportati nel SIT della Regione Lombardia – Basi ambientali della pianura (tematismo litologia), integrati da sopralluoghi. Nel territorio comunale di Berlingo sono state individuate le seguenti unità litologiche superficiali:

- Unità G1P: trattasi di ghiaie poco gradate con sabbia, substrato calcareo, profondità del substrato rispetto al pc pari compresa fra 50 e 200 cm. E' l'unità più diffusa sul territorio comunale.
- Unità S2PLG: l'unità è formata da sabbie poco gradate con limo e ghiaia, substrato calcareo, profondità del substrato dal piano campagna pari a 50 - 100 cm. L'unità interessa una porzione marginale del territorio comunale ad est della C.na Esenta.
- Unità S3LG: l'unità è costituita da sabbie limose con ghiaia, su substrato non calcareo posto ad una profondità variabile tra 50 e 100 cm dal piano campagna. L'unità è presente in una porzione settentrionale a nord della località Berlinghetto.
- Unità G2WAS: l'unità è costituita da ghiaie ben gradate con argilla e sabbia, su substrato scarsamente calcareo posto ad una profondità compresa fra 100 e 200 cm dal

piano campagna. L'unità caratterizza una piccola porzione del territorio comunale al confine con Lograto.

5.2. INFORMAZIONI GEOGNOSTICHE ED ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si procede ad un'analisi generale delle caratteristiche litologico-geotecniche del sottosuolo, sulla base dei dati raccolti. Nella Tavola 02 – Carta litologica e di prima caratterizzazione geotecnica, redatta alla scala 1:10.000, si riporta l'ubicazione dei siti per i quali è stato possibile reperire informazioni sulla litologia del sottosuolo e sui relativi parametri geotecnici. A tale scopo sono stati indicati:

- Pozzi idrici dotati di stratigrafia;
- Sondaggi geognostici
- Prove penetrometriche

Il quadro geognostico – geomeccanico del territorio comunale si presenta sostanzialmente omogeneo, con ottime caratteristiche nei confronti degli interventi edificatori. Si riassume di seguito il modello geotecnico tipico del territorio comunale di Berlingo, escludendo il terreno vegetale di spessore 0,40-0,60 m:

Corpo geologico 1 – Regolite (ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa) prof. (da 0,40/0,60 a 1,30/1,50 m)

- Angolo di resistenza al taglio: 30°
- Peso di volume: 1,6 t/mc;
- Modulo di deformazione (E_y): 150 Kg/cmq.
- Comportamento geotecnico: incoerente

Corpo geologico 2 (ghiaie sabbiose con ciottoli) prof. oltre 1,30-1,50 m

- Angolo di resistenza al taglio: 36°
- Peso di volume: 1,7 t/mc;
- Modulo di deformazione (E_y): 500 Kg/cmq.
- Comportamento geotecnico: incoerente

Sono state eseguiti dei sopralluoghi presso recenti cantieri di cui vengono riportate le stratigrafie e le fotografie degli scavi, nelle quali vengono evidenziati i passaggi fra il terreno vegetale e regolitico con il substrato ghiaioso sabbioso in posto di sottofondazione.

Trincea T9 (rif. Tavola 02)

Località: Cantiere Via Gorizia - Foglio n. 1 mappali 84-104 fraz. Berlinghetto



<i>da 0,00 a 0,40 m da p.c.</i>	<i>Terreno vegetale</i>
<i>da 0,40 a 1,50 m</i>	<i>Strato regolitico (ghiaie sabbiose alterate)</i>
<i>da 1,50 a 3,50 m</i>	<i>Ghiaie sabbiose compatte con ciottoli poligenici</i>

Falda: non rilevata.

Trincea T10 (rif. Tavola 02)

Località: Cantiere Via Mazzini - mappale n. 319 foglio n. 3 NCTR a Berlingo



<i>da 0,00 a 0,60 m da p.c.</i>	<i>Terreno vegetale</i>
<i>da 0,60 a 1,30 m</i>	<i>Strato regolitico (ghiaie sabbiose alterate con ciottoli)</i>
<i>da 1,30 a 3,50 m</i>	<i>Sabbie ghiaiose con rari ciottoli poligenici</i>

Falda: non rilevata.

Le informazioni e le elaborazioni riportate nel presente capitolo hanno lo scopo di fornire solamente un inquadramento delle caratteristiche litotecniche generali del territorio comunale. Non sono quindi da ritenersi “sostitutive” delle indagini geognostiche e geotecniche di dettaglio richieste dalla normativa in vigore.

5.2.1. liquefazione

La liquefazione di un terreno è rappresentata dal quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. La predisposizione a tale fenomeno rappresenta un elemento da tenere in considerazione soprattutto in chiave di progettazione antisismica.

La liquefazione interessa soprattutto i depositi sabbiosi sciolti, posti sottofalda, che presentano le seguenti caratteristiche:

- Sabbie da fini a medie con contenuti in materiale fine variabile fra 0 e 25%;
- Grado di saturazione pari a 1 (terreni sotto falda);
- Depositi incoerenti da poco a mediamente addensati;
- Profondità del materiale sciolto saturo entro i 15 metri dal piano campagna.
- Valori di N_{spt} inferiori a 10 nei primi 10 metri di profondità.

I dati litostratigrafici evidenziano nei primi 30 metri di profondità la presenza di depositi di con un'alta componente ghiaiosa e ciottolosa e decisamente addensati, con valori di N_{spt} superiori a 50 già da oltre i primi 4-5 m. La granulometria e la compattezza dei depositi unitamente alla discreta profondità della falda (> 10 - 15 m) consente di ritenere molto basso o nullo il rischio di liquefazione.

5.3. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Gli elementi geomorfologici caratterizzanti il comune di Berlingo sono riportati sulla Tavola 02. Il territorio comunale in esame si presenta pianeggiante, con una notevole pendenza della superficie del suolo (6-7 per mille) NNW ---> SSE. Altimetricamente si passa dalla quota di circa 134 m s.l.m. a nord a circa 114 m s.l.m. del confine sud, su una distanza di circa 3 Km. L'elemento morfologico più significativo è rappresentato dalla cava (ATEg18) localizzate a sud est del centro abitato di Berlingo. L'area è caratterizzata dall'affioramento della falda freatica all'interno della fossa di coltivazione (la massima profondità scavabile è pari a 25 m dal pc).

A nord est di Berlinghetto, al di fuori del territorio comunale, si colloca l'ambito estrattivo ATEg14, caratterizzato da una fossa di coltivazione a secco, senza quindi interferire con la superficie freatica.

Per quanto riguarda gli elementi antropici sulla carta si è ritenuto significativo riportare l'ex Cava Montini, interessata da un intervento di bonifica che ha previsto l'asportazione di un ingente quantitativo di rifiuti pericolosi con successivo colmamento con materiale inerte (terreno vegetale e ghiaie). Ad ovest del territorio comunale si collocano l'ex ambito estrattivo della cava "Bagnana" (attualmente recuperato ed adibito ad autodromo) e le discariche Cogeme e LA.BI.CO, non più attive.

Non vengono segnalati elementi morfologici naturali riguardanti l'andamento della superficie del suolo. Le uniche evidenze morfologiche sono costituite da trasformazioni ad opera dell'uomo (canali, cave, scavi per interventi edilizi etc..)

Non vengono segnalate importanti erosioni di sponda anche se in alcuni punti le scarpate dei corsi d'acqua secondari sono interessate da fenomeni di dissesto che sono tuttavia troppo modesti e poco estesi per poter essere rappresentati nella Carta Geomorfologica e quindi in quella di sintesi.

Per quanto concerne le tracce legate all'idrografia estinta vengono segnalate alcune testimonianze di tracce di corsi d'acqua abbandonati (paleoalvei), ovvero delle strutture vallive nel piano generale terrazzato. Il riconoscimento di tali elementi morfologici sul terreno è reso difficoltoso dalle alterazioni morfologiche eseguite dall'uomo nel corso del tempo. Nella Carta Geomorfologica vengono riportati i paleoalvei più significativi presenti nel territorio comunale di Berlingo.

Dall'analisi dei dati disponibili dalla letteratura e di quanto rilevato durante i diversi sopralluoghi eseguiti, non si hanno avute evidenze di fenomeni morfogenetici, quiescenti o in atto, tali da essere riportati sulla Tav 02 o da costituire elemento di inedificabilità ai fini della redazione della Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano.

Anche la documentazione consultata, tra cui il PTCP della Provincia di Brescia (Tavole Ambiente e rischi. Carta Inventario dei dissesti Tav. 3.b.) e la banca dati della Regione Lombardia (in particolare il S.I.T.) non hanno evidenziato la presenza di fenomeni di dissesto idrogeologico nel territorio comunale di Berlingo.

Il comune di Berlingo non è inoltre assoggettato al Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Viste le caratteristiche geomorfologiche del territorio comunale e l'assenza di fenomeni morfogenetici significativi, risulta inutile la realizzazione della Carta del dissesto con legenda uniformata PAI.

6. IDROGRAFIA

La rete idrografica del territorio comunale di Berlingo è costituita da una fitta rete di rogge e canali spesso artificiali ad uso irriguo e di colo con direzione di scorrimento prevalente Nord-Sud, e subordinatamente ovest-est. Tali canalizzazioni costituiscono una efficiente rete di raccolta, trasporto e smaltimento delle acque superficiali, comprese le acque meteoriche in casi di precipitazioni a carattere eccezionale. Gli elementi idrografici caratterizzanti il territorio comunale sono così sintetizzabili:

- Rogge; canali i grandi dimensioni aventi funzione irrigua e di colo:
 1. **Roggia Travagliata** (disposta lungo la sp 18 al margine settentrionale del territorio comunale, in senso W-E, fra le fraz. Bargnana e Berlinghetto)
 2. **Vaso Baioncello** (disposto in senso W-E nel settore meridionale del territorio comunale, scorre lungo il margine sud del lago di cava di ghiaia e sabbia);
- Fossi irrigui, di piccole dimensioni ed utilizzati come condotta idrica per le irrigazioni a gravità; sono praticamente sempre asciutti tranne nel breve periodo di adacquamento estivo secondo le turnazioni impartite dal Consorzio irriguo a cui fanno capo

Le Rogge sono riportate nella Tavola 03 redatta su base CTR alla scala 1:10.000. Nella medesima carta si è tracciata anche la Roggia Trenzana, che scorre in senso Nord-Sud in territorio comunale di Castrezzato, dalla quale in loc. fraz. Bargnana viene derivata la Roggia Travagliata. Per quanto riguarda gli aspetti relativi al reticolo idrico si rimanda all'omonimo studio.

6.1. ELEMENTI DI CRITICITA' IDRAULICA

Sulla base delle informazioni contenute nello studio geologico comunale di Berlingo non vengono segnalate problematiche nel territorio comunale di Berlingo. Si ritiene che eventuali future criticità presunte possano essere ascrivibili ad eventuali puntuali situazioni di manutenzione e di pulizia degli alvei. In particolare risulta di fondamentale importanza mantenere puliti gli alvei evitando accumuli di materiale di varia natura (rifiuti, tronchi, ramaglie etc....) che in caso di eventi meteorici significativi possa originare fenomeni di trasporto solido di materiale con il rischio di occlusione delle diverse opere idrauliche (griglie, paratoie, ripartitori, derivazioni in genere, sifoni) presenti lungo l'intero reticolo.

7. IDROGEOLOGIA

Nell'ambito della ricostruzione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale di Berlingo si è proceduto alla raccolta di tutte le informazioni disponibili in merito ai pozzi presenti sul territorio comunale e in quelli limitrofi. I dati in possesso del comune sono stati integrati da quelli reperiti presso il Settore Acqua della Provincia di Brescia e della Regione Lombardia sede territoriale di Brescia.

Nella tavola 03 sono riportati i pozzi pubblici e privati presenti sul territorio comunale sulla base delle informazioni reperite e dei sopralluoghi eseguiti. Per quanto riguarda la catalogazione dei pozzi si è partiti da quello del precedente studio geologico proseguendo con una numerazione progressiva per i nuovi pozzi censiti.

Gli elementi idrogeologici significativi sono stati riportati nelle tavole:

- Tavola 04: Carta idrogeologica, realizzata alla scala 1:10.000 su base CTR;
- Tavola 05: Sezioni Idrogeologiche (scala verticale 1:1.000, sc. Orizzontale 1:10.000).

Per la rappresentazione degli elementi idrogeologici sulla carta è stata utilizzata la legenda contenuta nell'Allegato 11 - Legenda carte di inquadramento e di dettaglio, della D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005.

Per fornire un quadro idrogeologico del territorio comunale di Berlingo è stato necessario inquadramento in contesto territoriale più ampio considerando i dati stratigrafici ed idrochimici dei pozzi pubblici e privati dei comuni limitrofi (Rovato, Castrezzato, Trenzano, Maclodio, Lograto, Travagliato e Cazzago San Martino). Nella Tav. 04 è riportata la traccia delle due Sezioni idrogeologiche la cui interpretazione viene illustrata nella Tav. 05.

Al contrario della geologia di superficie quella del sottosuolo è caratterizzata da notevoli variazioni laterali e, soprattutto verticali, che sono in grado di separare strutture idrogeologiche con caratteristiche quali-quantitative diverse. Dall'esame dei dati esistenti è possibile rilevare alcuni aspetti interessanti circa la distribuzione orizzontale e verticale dei corpi geologici (corpi acquiferi e corpi di separazione degli acquiferi).

7.1. GEOMETRIA DEGLI ACQUIFERI

Facendo un'attenta analisi dei dati stratigrafici dei pozzi esistenti, in particolare di quelli pubblici e/o più profondi, è stato possibile ricostruire la geometria degli orizzonti impermeabili significativi in grado di separare dal punto di vista idrogeochimico gli acquiferi esistenti. Le 2 sezioni idrogeologiche riassumono il quadro litostratigrafico esistente nella zona.

Prima si riporta la differenziazione idrogeologica classica della successione dei depositi quaternari della pianura, suddivisibile schematicamente in quattro unità, al fine di inquadrare la realtà idrogeologica in un contesto più ampio, anche se tale contesto classico non è sempre riconoscibile e spesso di scarso significato dal punto di vista applicativo.

Unità ghiaioso-sabbiosa: Risulta costituita da sedimenti fluvioglaciali wurmiani e alluvionali recenti caratterizzati da una granulometria medio-grossa e da valori di permeabilità orizzontale e verticale elevata. La presenza di questi depositi al di sotto del piano campagna determina una elevata vulnerabilità degli acquiferi che risiedono in questa unità dal momento che non sono presenti orizzonti di protezione, se non il piccolo spessore del terreno agricolo, a possibili fonti inquinanti.

Unità sabbioso-conglomeratica: Dal punto di vista litologico i depositi sono costituiti da sabbie, ghiaie più o meno cementate, conglomerati e arenarie che la letteratura attribuisce alle fasi glaciali del Mindel e del Riss. In realtà l'attribuzione di una età assoluta a tali depositi risulta un'affermazione molto discutibile e, per altro, di scarso significato applicativo. Risulta sicuramente più interessante determinarne il rapporto relativo con le altre unità e fra le varie litozone della medesima. Questa unità ospita generalmente acquiferi a media produttività, circa un'ordine di grandezza inferiore rispetto all'unità sovrastante con acquiferi freatici o semi-freatici. Alcuni orizzonti cementati a conglomerati compatti e ad arenarie rappresentano corpi geologici di sconnessione idraulica garantendo una apprezzabile protezione degli acquiferi più profondi. I pozzi più profondi della zona (fraz. Berlinghetto BE11 e Via F.lli Cervi Castrezzato CSTR3) hanno attraversato l'unità in oggetto ed intercettano acquiferi confinati contenuti anche negli orizzonti conglomeratici ed arenacei sopra-citati.

Unità Villafranchiana: Risulta costituita da depositi a granulometria notevolmente più fine (limi-argillosi ricchi spesso di resti organici) rispetto alle unità sovrastanti e quindi costituisce una litozona a permeabilità molto basse. Ad essi si può attribuire la base degli acquiferi anche se all'interno di questi sedimenti fini si riconoscono talvolta acquiferi in tasche sabbioso-ghiaiose, sebbene è molto probabile la presenza di acque di cattiva qualità perché ricche di ferro, manganese e/o idrogeno solforato a causa del scarso ricambio idrico con gli acquiferi ricaricati. In realtà nella zona dell'alta pianura compresa fra l'Oglio e i Mella l'unico attribuibile agli acquiferi contenenti ferro endogeno risulta un solo pozzo (via Leopardi - OSP18) il quale emunge acquiferi sino a 10 m al di sotto del livello del mare, ma non risaliente rispetto alla falda freatica. Il livello piezometrico risulta infatti significativamente più basso rispetto alla falda freatica (sino a 5 – 6 m).

Unità rocciosa (substrato): Il substrato roccioso affiora naturalmente nella fascia pedemontana (e il Mt. Orfano) per approfondirsi in modo molto repentino al di sotto del materasso alluvionale nella pianura, dei depositi morenici e dei conoidi alluvionali. Le uniche informazioni che si hanno riguardo a questi sedimenti sono limitate alle indagini profonde effettuate dall'AGIP dal momento che le terebrazioni di pozzi o sondaggi si spingono a profondità notevolmente inferiori. Alla luce degli obiettivi del presente lavoro il riconoscimento, l'analisi o i commenti circa tale unità risultano di scarsa utilità.

Partendo dal settore settentrionale, dall'esame delle stratigrafie dei pozzi pubblici e privati di Rovato sembra che non esistano separazioni idrauliche fra le litozone acquifere, riscontrando

successioni ghiaioso-conglomeratiche senza soluzioni di continuità ovvero uno scenario idrogeologico definibile “monofalda”. Dalla lettura dei dati chimici si rileva una situazione inquinologica diffusa nel territorio comunale di Rovato che si spinge sino a profondità notevoli. L’area compresa fra gli abitati di Rovato ed Ospitaletto, a nord della FFSS contiene dal punto di vista idropotabile un acquifero “monostrato non sfruttabile per alti tenori di NO₃”. Tale area viene definita “vulnerabile” da nitrati, ed appartiene al bacino di alimentazione degli acquiferi profondi più a valle. Considerando il fatto che le litozone acquiferi nel territorio comunale di Berlingo sono in continuità litostratigrafica con quelle poste a nord è chiaro che i fenomeni inquinologici esistenti a monte dovrebbero trovarsi comunque anche in tali falde. La sezione idrogeologica Nord – Sud ha inizio (Nord) con la parte più distale di tale unità deposizionale, dove appunto iniziano le prime locali separazioni litostratigrafiche ovvero l’inizio dell’assetto “multi-strato”, tipico delle fasce di pianura medio-bassa. I pozzi cardine rappresentativi dell’assetto idrogeologico dell’assetto “multi-strato” a sud è rappresentato dal pozzo comunale di Berlingo (fraz. Berlinghetto – BE11 – prof. 140m). Anche i pozzi comunali di Lograto, Maclodio, Travagliato e Castrezzato confermano tale tipo di assetto.

Dall’esame delle sezioni idrogeologiche è possibile rilevare la seguente successione litostratigrafica verticale di acquiferi nel territorio comunale di Berlingo:

I acquifero (falda libera) La prima litozona si riferisce al sopra falda + il terreno saturo sino a circa 95/100 m.s.l.m. alla base del quale si rinvencono frequenti orizzonti limoso argillosi in grado di offrire una prima separazione degli acquiferi. Essa è costituita da successioni ghiaioso-sabbiose parzialmente conglomeratiche nella porzione più bassa e prive di orizzonti a granulometria.

II acquifero: Riguarda il terreno saturo compreso circa fra 85-90 e 55 m.s.l.m. quota dove si segnalano orizzonti argillosi arealmente estesi. I rapporti idrochimici ed idraulici fra la I e la II falda costituisce il punto fondamentale dell’indagine effettuata. Da prove eseguite dallo scrivente nell’ambito di indagini idrogeologiche svolte nella zona si è verificato che la II litozona acquifera è sede di una falda lievemente risaliente rispetto alla prima.

III acquifero: al di sotto del corpo argilloso posto a cavallo dei 50 mslm, si sviluppa un acquifero spesso circa 30 m (da circa 45-50 mslm a circa 15 mslm)

IV acquifero: si tratta di un acquifero spesso circa 15 m (da 15 m a 0 mslm) accertato sostanzialmente da quanto rinvenuto al pozzo Berlinghetto BE11. Questa è inoltre l’unica falda captata dal pozzo Berlinghetto. Con la realizzazione di un piezometro (Pz BE19) nella zona di tutela assoluta del pozzo BE11 si è verificata una risalienza di 40 cm rispetto alla falda freatica e la completa indipendenza idraulica fra I e III falda, in condizioni di massimo emungimento. I fenomeni di risalienza degli acquiferi profondi (Pozzo Berlinghetto BE11) rispetto alla falda libera (Pz Berlinghetto BE11) rappresentano una testimonianza importante per la valutazione della protezione degli acquiferi di Berlingo al contrario di quanto avviene

nella falda monostrato a nord in territorio di Rovato. Dal territorio comunale di Berlingo procedendo verso sud il IV acquifero risente dell'effetto dell'innalzamento della base argilloso – limosa (v. sezione N – S ed in particolare stratigrafia pozzo comunale di Maclodio MCL1) determinando un deflusso in uscita dal basso verso l'alto (dal IV acquifero nel III) a dimostrazione della "risalienza" degli acquiferi profondi.

7.2. PIEZOMETRIA ED OSCILLAZIONI PIEZOMETRICHE

L'andamento della piezometria risulta da NNW verso SSE, con un gradiente compreso fra 1,2 – 1,5 per mille. Si dispone di una piezometria di dettaglio nell'area circostante il capoluogo di Berlingo eseguita in dicembre 1997 di cui si riporta di seguito la tabella riepilogativa:

N°	Proprietà	p.c.	data	L.S.	piezom.
BE2	Az.Agr. La Campagna	132,361	20-dic-97	20,26	112,101
BE5	Barbieri Giancarlo	119,632	20-dic-97	9,8	109,832
BE7	Tomasoni Gabriele	122,982	20-dic-97	12,59	110,392
BE9	Cierregi S.p.a.	122,775	20-dic-97	12,02	110,755
BE10	Cava Berlingo S.p.A.	112,966	20-dic-97	3,71	109,256
BE15	Amministrazione Comunale (via A. Moro - chiuso)	121,075	20-dic-97	10,76	110,315
BE16	Piezometro N (ex Cava Montini)	113,7	20-dic-97	3,3	110,4
BE17	Piezometro S (ex Cava Montini)	120,95	20-dic-97	10,72	110,23

Per quanto riguarda le oscillazioni dei livelli idrici della falda si dispone di una serie di dati piezometrici misurati settimanalmente dallo scrivente al vecchio pozzo comunale via Aldo Moro, dal 1993 al 1999 (anno di chiusura definitiva del pozzo) di cui si riporta il diagramma temporale.

andamento piezometrico al ex pozzo comunale di Berlingo

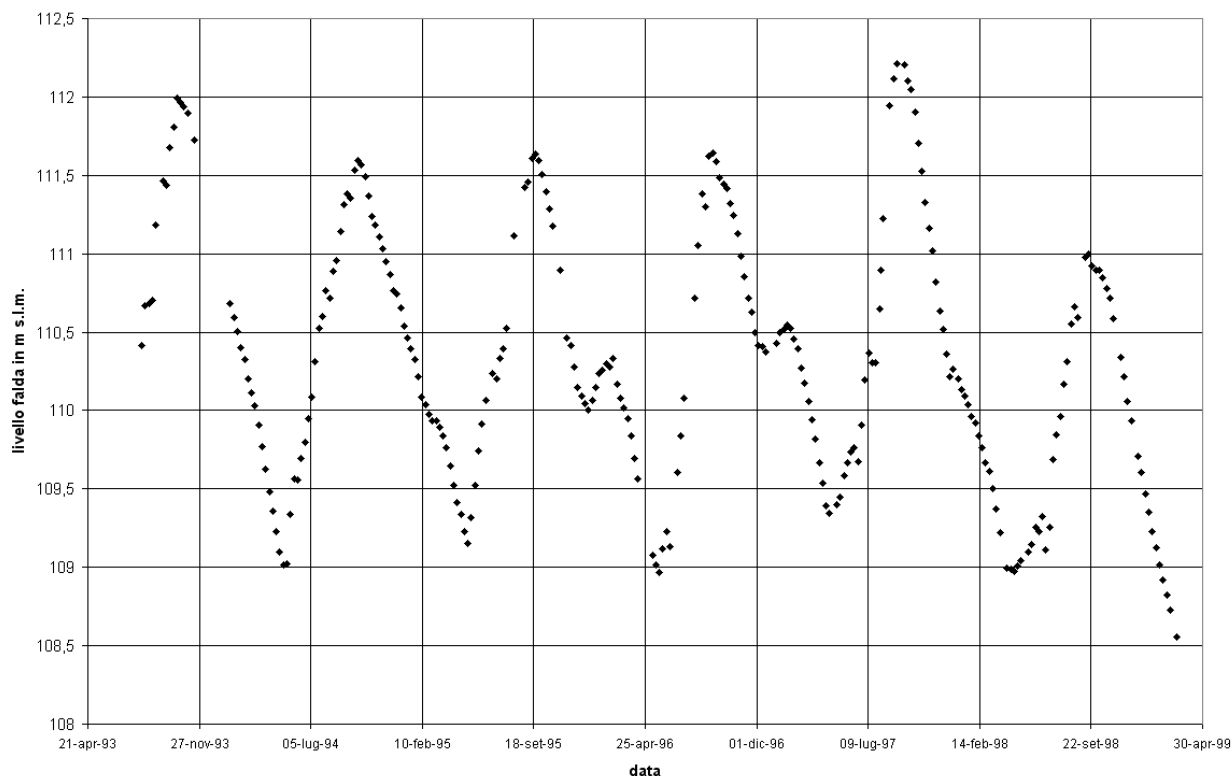


Figura 4 Oscillazioni livello idrico pozzo comunale via Aldo Moro, dal 1993 al 1999 (anno di chiusura)

Il ciclo annuale delle oscillazioni piezometriche è caratterizzato da una fase di magra (minimi livelli idrici) nella tarda primavera (maggio) e di una fase di morbida (massimi livelli idrici) in tarda estate (settembre). Tale comportamento ciclico è determinato dagli ingenti apporti irrigui nei mesi di giugno, luglio ed agosto mediante adacquamenti dei terreni con acque di rogge provenienti dal fiume Oglio. Nonostante durante l'estate i prelievi dai pozzi aumenta e si ha l'attivazione anche di quelli irrigui, si registra tutti gli anni un inarrestabile incremento piezometrico dovuto all'adacquamento estivo dei campi. La fine della ricarica irrigua determina l'inizio dello svuotamento degli acquiferi che prosegue poi in inverno e primavera, ovvero sino all'inizio della successiva stagione irrigua estiva. Evidentemente si possono verificare ricariche temporanee anche dovute alle precipitazioni, anche in periodi non irrigui, ma esse risultano notevolmente riassorbite nel ciclo annuale sopra descritto, come ben visibile nel diagramma del livello idrico sopra esposto.

7.3. QUALITÀ E VULNERABILITÀ DELLA FALDA

7.3.1. Qualità e caratteristiche idrochimiche degli acquiferi

Per quanto riguarda la qualità delle acque sotterranee relativamente alle prime tre falde (v. par. 7.1), per il territorio comunale di Berlingo non si hanno dati a disposizione. Per i comuni limitrofi si dispone dei dati idrochimici dei pozzi comunali.

Per quanto riguarda la qualità delle acque sotterranee ad uso acquedottistico (IV falda) si è a disposizione di analisi chimiche a cadenza annuale dal 1995 ad oggi relative al pozzo comunale fraz. Berlinghetto o via Trento. Non si rilevano presenze significative di sostanze indesiderabili di origine antropica (solventi clorurati, CrVI, fitofarmaci) e/o naturale (Ferro, Manganese, Ammoniaca). Le caratteristiche generali delle acque di tale falda si possono di seguito riassumere:

Conducibilità elettrica specifica:	450 μ S/cmq
Residuo fisso:	310 mg/l
Durezza:	25 °F
Solfati:	30 mg/l
Nitrati:	30 mg/l
Magnesio	80 mg/l
Potassio	13 mg/l
Calcio	2 mg/l

Di seguito si riporta il diagramma di Schoeller relativo alle acque estratte dal pozzo comunale di Berlingo (Berlinghetto, o via Trento), confrontato con i restanti pozzi ad uso acquedottistico dei comuni circostanti. Si precisa che l'unico restante pozzo comunale che attinge esclusivamente dalla IV falda risulta il pozzo comunale di Castrezzato via F.lli Cervi.

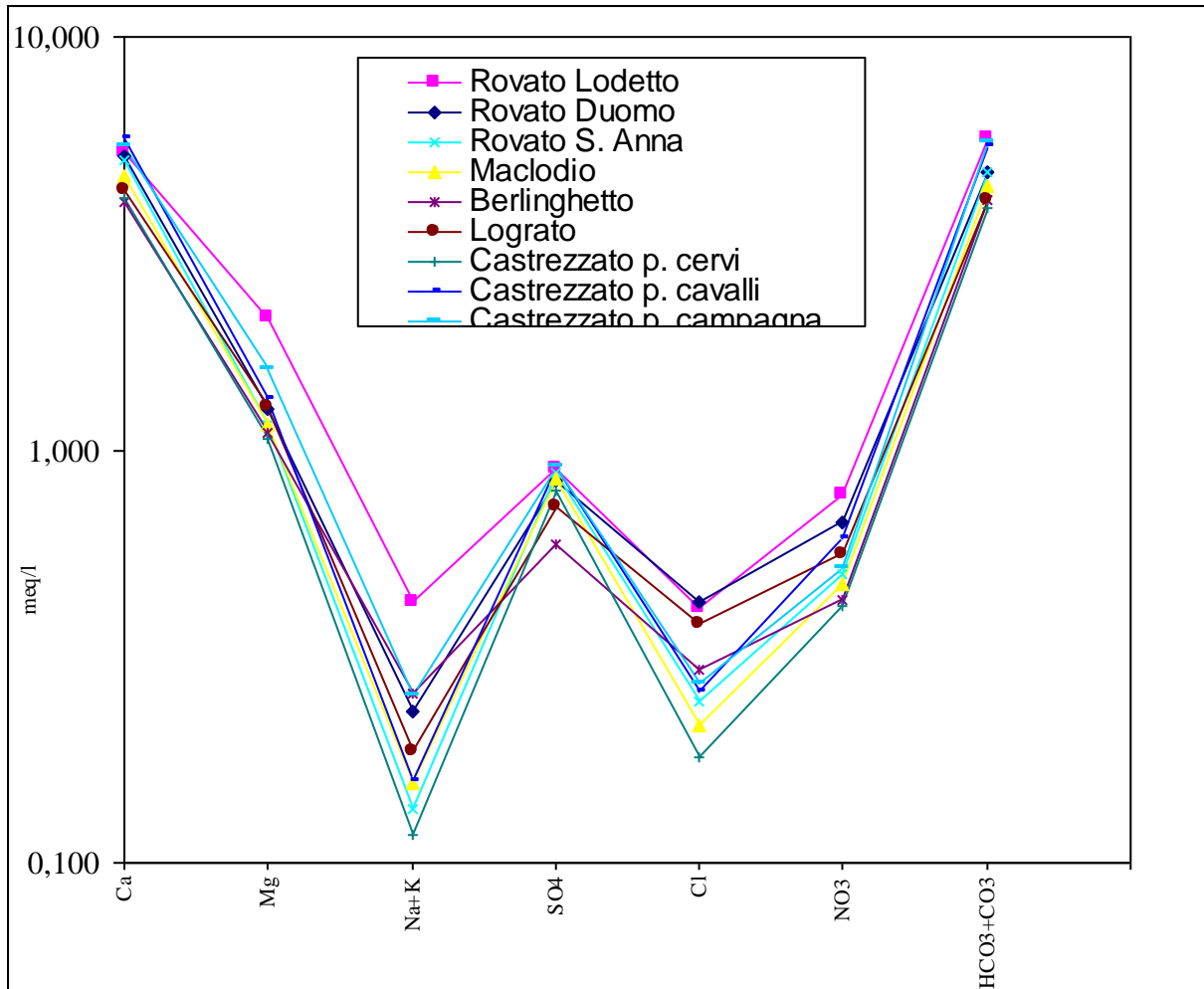


Figura 5 – diagramma di schoeller pozzi ad uso acquedottistico della zona

Dal diagramma si può notare una notevole “somiglianza” idrochimica fra i diversi pozzi ben che attingenti da acquiferi diversi, con una generale diluizione dei parametri nelle falde profonde (pozzetti via F.lli Cervi e pozzo Berlinghetto) rispetto a quelle superficiali. In particolare per quanto riguarda il parametro NO₃, che rappresenta una problematica diffusa nei comuni limitrofi, si riscontra un miglioramento proprio ai pozzetti f.lli Cervi e Berlinghetto.

7.3.2. Vulnerabilità della falda freatica

Il calcolo della vulnerabilità della falda freatica è stato effettuato mediante il modello DRASTIC. Il modello DRASTIC (Aller et al. 1986) si basa sull'analisi di più fattori che, in base ad una ponderazione in funzione dei caratteri localmente riscontrati, esprimono la vulnerabilità di un acquifero. I fattori presi in considerazione dal modello DRASTIC sono sette (le loro iniziali formano l'acronimo DRASTIC):

<i>D (Depth water)</i>	<i>profondità dell'acquifero</i>
<i>R (Recharge)</i>	<i>ricarica dell'acquifero</i>
<i>A (Aquifer media)</i>	<i>caratteristiche dell'acquifero</i>
<i>S (Soils media)</i>	<i>caratteristiche del suolo</i>
<i>T (Topography)</i>	<i>topografia, clivometria</i>
<i>I (Impact of vadose zone media)</i>	<i>impatto della zona non satura</i>
<i>C (Conductivity)</i>	<i>conducibilità idraulica</i>

L'area in studio viene analizzata sulla base di ogni caratteristica sopra citata, associando determinati punteggi al territorio secondo alcune tabelle di riferimento; successivamente le intensità dei sette fattori vengono moltiplicate per un corrispondente valore di peso che varia in funzione dell'importanza quali-quantitativa attribuita ad ogni fattore.

Profondità dell'acquifero

I dati di soggiacenza vengono inseriti in un grafico dal quale si ottengono i punteggi relativi da valutare nella elaborazione finale dell'indice di vulnerabilità. Nell'area si individuano una zona depressa con soggiacenza compresa fra 9 - 15 m.

Profondità della falda (m)	Punteggio
0 – 1,5	10
1,5 – 4,5	9
4,5 – 9,0	7
9,0 – 15,0	5
15,0 – 22,5	3
22,5 – 30,0	2
> 30	1

Tabella 3: Valori d'intensità del fattore D (ripresi da Aller et al, 1988)

Ricarica attiva

I dati reperiti e/o calcolati vengono introdotti nella tabella e si ottengono direttamente i punteggi relativi. I campi di valori dell'infiltrazione efficace variano da 25 mm a oltre 260 mm. La variazione è di circa un punto ogni 30 mm fino a circa 250 mm dopodiché il punteggio rimane stabile a 9. L'area in oggetto presenta valori (considerando anche la ricarica irrigua) superiori ai 250 mm pertanto si assume un valore del punteggio pari a 8.

Ricarica netta (mm)	Punteggio
0 – 50	1
50 – 100	3
100 – 175	6
175 – 250	8
> 250	9

Tabella 4 :Valori d'intensità del fattore R (ripresi da Aller et al, 1988)

Litologia dell'acquifero

Viene fornita una rosa di differenti litologie ad ognuna delle quali è assegnato un campo di punteggio ed un valore tipico nel quale valutare la situazione in esame.

Mezzo acquifero (m)	Punti
Argilliti compatte	1 – 3
Rocce ignee metamorfiche inalterate	2 – 5
Rocce ignee e metamorfiche alterate	3 – 5
Seq. sottili di marne, arenarie e argille	5 – 9
Arenarie compatte	4 – 9
Ghiaie e sabbie	4 – 9
Basalti fratturati	2 – 10
Rocce carbonatiche	9 - 10

Tabella 5 :Valori d'intensità del fattore A (ripresi da Aller et al, 1988)

Tipologia del terreno di copertura

Viene fornita una rosa di tipi di suolo differenti per tessitura ad ognuno dei quali è assegnato un punteggio. In questo caso è presa in considerazione cautelativamente il punteggio max (10).

Ricarica netta (m)	Puntio
s. sottile o assente	10
s. ghiaioso	10
s. sabbioso	9
s. torboso	8
s. argilloso fessurato	7
s. franco sabbioso	6
s. franco	5
s. franco limoso	4
s. franco argilloso	3
s. argilloso a muck superficiale	2
s. argilloso compatto	1

Tabella 6 :Valori d'intensità del fattore S (ripresi da Aller et al, 1988)

Acclività della superficie topografica

I valori ricavati dalle carte topografiche sono introdotti nel grafico per ottenere i punteggi corrispondenti. Una unità di punteggio corrisponde ad una variazione inferiore al 2%.

Inc. della sup. topografica (%)	Punteggio
0 – 2	10
2 – 6	9
6 – 12	5
12 – 18	3
> 18	1

Tabella 7 :Valori d'intensità del fattore T
(ripresi da Aller et al, 1988)

Litologia dell'insaturo.

Viene fornita una rosa di differenti litologie ad ognuna delle quali è assegnato un campo di punteggio ed un valore tipico nel quale valutare la situazione in esame.

Come nel caso della litologia dell'acquifero, sono fornite anche delle indicazioni per la scelta del punteggio più idoneo.

litologia	Punti
Limi e argilla	1 - 2
Argilliti	2 - 5
Marne	2 - 7
Arenarie	4 - 8
Strat. di marne arenarie e argille	4 – 8
Ghiaie e sabbie limi argillosi	4 – 8
Rocce ignee e metamorfiche	4 – 8
Ghiaie e sabbie	2 – 8
Basalti fessurati	6 – 9
Rocce carbonatiche	2 – 10
	8 - 10

Tabella 8 :Valori d'intensità del fattore I
(ripresi da Aller et al, 1988)

8. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

8.1. DATI STORICI

Nelle pagine seguenti si riportano alcune informazioni sulla “storia sismica” del territorio comunale tratte dal sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia”. I dati si riferiscono al comune di Brescia.

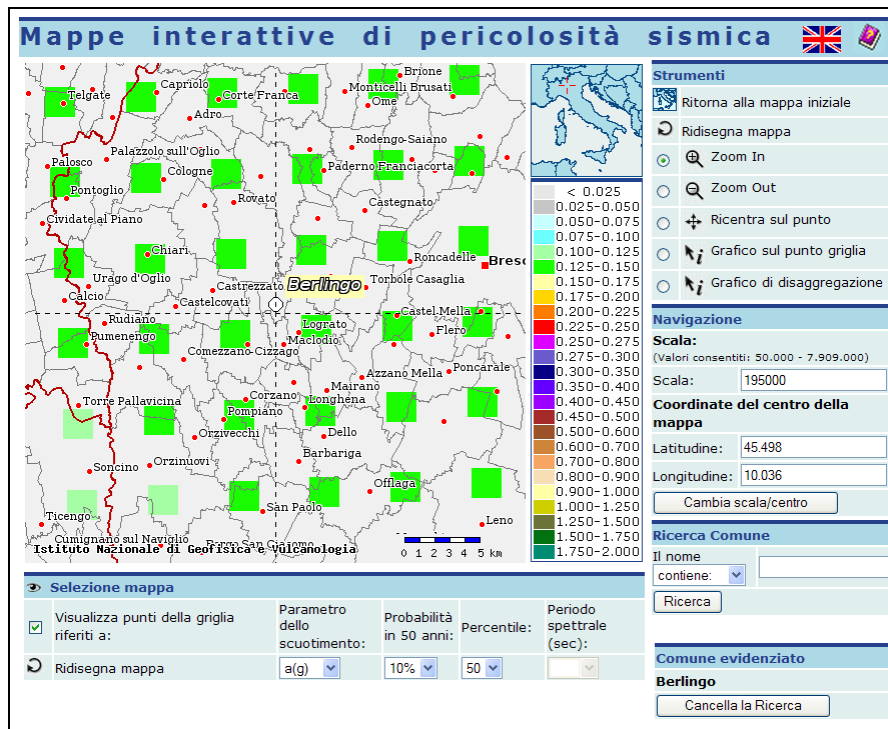


Figura 6 si riporta la Carta di Pericolosità Sismica elaborato dall’INGV sulla base dell’OPCM 3519 del 28 Aprile 2006 – “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.

Il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (denominato DBMI04) fornisce le informazioni relative agli eventi che hanno interessato il territorio nazionale fino al 2002. Complessivamente si contano circa una sessantina di eventi sismici avvertiti a Brescia e nei comuni limitrofi, i dati relativi ad ogni evento sono riportati in allegato. Si precisa che nel database, non riporta gli eventi più recenti (dal 2002 ad oggi) ed in particolare il sisma del 24/11/04, con epicentro sul Lago di Garda, che ha raggiunto la magnitudo di 5.2.

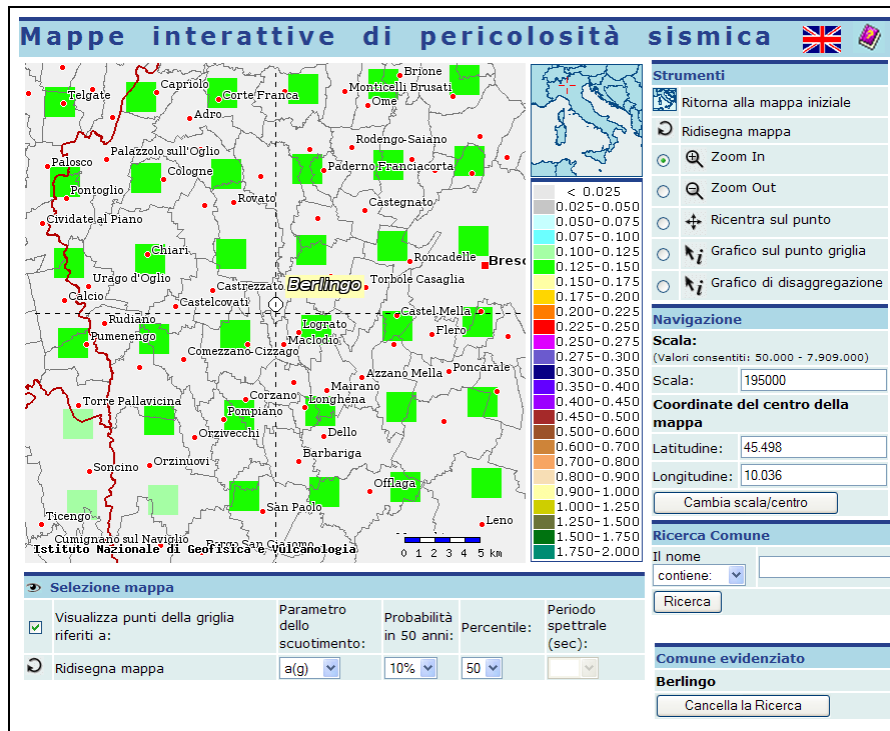


Figura 6 – Dati di pericolosità sismica per le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14/01/2008)

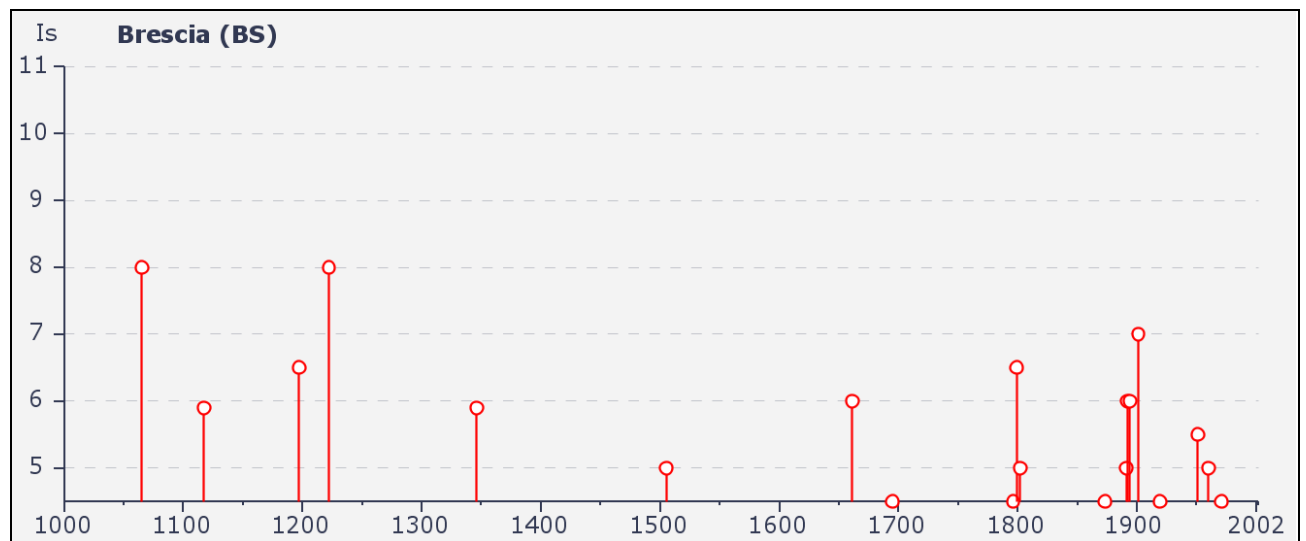


Figura 7 – Storia sismica di Brescia (sito web INGV – www.mi.ingv.it)

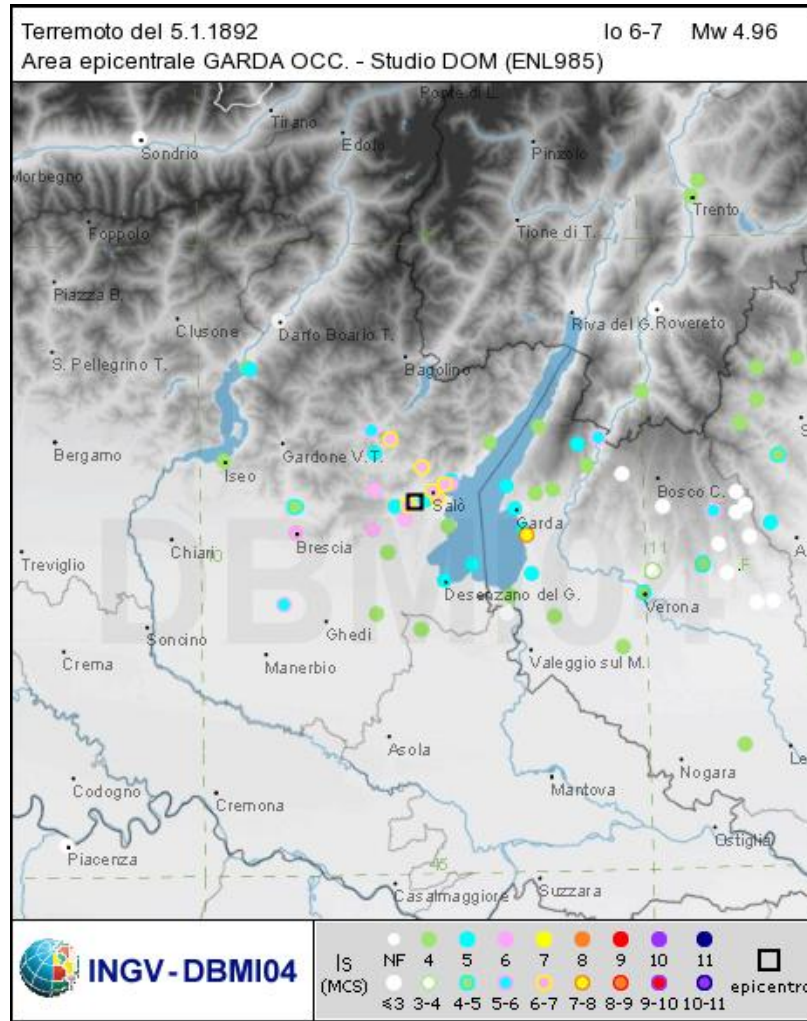


Figura 8 – Mappa relativa all’evento del 05.01.1892 (sito web INGV – www.mi.ingv.it)

8.2. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

L’OPCM 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (G.U. n. 105 del 8-5-2003 Supp. Ordinario n. 72) individua le zone sismiche nelle quali è suddiviso il territorio nazionale, e le normative tecniche da adottare per le costruzioni in tali aree.

L’OPCM è entrata in vigore, per quanto riguarda la zonizzazione sismica, dal 23 Ottobre 2005, in coincidenza con il D.M. “Norme tecniche per le costruzioni” del 14 Settembre 2005, pubblicato sulla G.U. n. 222 del 23 Settembre 2005 (S.O. n. 159).

Sulla base di tale Ordinanza il comune di Berlingo è classificato in zona sismica 3.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 198N.C.)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
03017015	Berlingo	N.C.	III	3

Tabella 9: Classificazione sismica del comune di Berlingo (All. A – OPCM n. 3274 del 20/03/2003)

Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema di Tabella 10: estratto Allegato 1 OPCM 3274 estratto dall'ordinanza.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1	> 0,25
2	0,15 – 0,25
3	0,05 – 0,015
4	< 0,05

Tabella 10: estratto Allegato 1 OPCM 3274

Con l'entrata in vigore del DM 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008) è stata superata, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la zonatura presentata nell'OPCM 3274 e tramite l'allegato B al DM vengono fornite tabelle con i parametri che definiscono l'azione sismica relativamente ad un reticolo di riferimento da cui è possibile derivare i valori per ogni punto indagato.

8.3. ANALISI DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO

Le D.G.R n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 e n. 8/7374 del Maggio 2008 – Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del Territorio, fornisce le metodologie per la valutazione dell'amplificazione sismica locale. Tale procedura sostituisce quelle contenute nello studio "Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996".

La nuova metodologia prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona di appartenenza del comune, dell'opera in progetto e delle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area. I tre livelli sono così sintetizzabili:

1. 1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia dei dati esistenti. Questo livello d'indagine prevede la realizzazione della Carta della pericolosità sismica locale.
2. 2° Livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta di pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa).
3. 3° livello: definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

Essendo il comune di Berlingo in zona 3, si è proceduto all'analisi di primo livello e di secondo livello.

Nel caso di aree Z4 caratterizzate da valori di Fa calcolato > Fa comunale, in alternativa all'analisi di Terzo livello è consentito utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- Aniché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- Aniché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- Aniché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

8.4. ANALISI DI 1° LIVELLO – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Come precedentemente indicato l'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce la base dalla quale partire per i successivi livelli di approfondimento. In tale fase di analisi sono stati utilizzati tutti i dati di natura geotecnica, idrogeologica e

litostratigrafica reperiti, nonché le diverse cartografie tematiche d'inquadramento realizzate. Sulla base di tutte le informazioni reperite si è proceduto alla stesura della Carta della pericolosità sismica locale in cui il territorio comunale è suddiviso sulla base delle diverse situazioni indicate nella tabella sottoriportata.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti liquefazioni e/o
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche geometriche e
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 11: estratto Tabella 1 dall'allegato 5 della DGR n. 8/7374 del 28/05/2008

L'area "ex cava Montini" è stata inserita nello scenario Z2 per il quale sono previsti in fase progettuale gli approfondimenti di 3° livello.

8.5. ANALISI DI 2° LIVELLO – VERIFICA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE (FA)

Il secondo livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza. Obiettivo di tale approfondimento è l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici (utilizzazione o meno dei parametri dello spettro elastico previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica di appartenenza).

La procedura consente la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni espressa come Fattore di amplificazione (Fa) relativamente agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. Tali periodi sono stati scelti sulla base delle tipologie di edifici maggiormente presenti sul territorio regionale ed in particolare: l'intervallo 0.1-0.5 s si riferisce a strutture basse, regolari e piuttosto rigide; l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

Di seguito si riportano i valori di Fa forniti dalla Regione Lombardia per il territorio comunale in esame.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Berlingo	3	1,4	1,8	2,2	2,0

Tabella 12: valori di soglia per T compreso fra 0.1 e 0.5

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Berlingo	3	1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella 13: valori di soglia per T compreso fra 0.5 e 1.5

8.5.1. Amplificazioni litologiche: Zone Z4a, zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e coesivi.

La normativa regionale prevede che la conoscenza degli spessori e delle Vs possa essere ottenuta utilizzando qualsiasi metodo di indagine diretto ed indiretto, che sia in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile in relazione alla situazione geologica del sito e il più dettagliato possibile nella parte superficiale.

In particolare per l'analisi del Fa sito- specifica si è fatto riferimento ai criteri contenuti nell'allegato 5 e nei suoi aggiornamenti, di seguito riepilogati:

- La scelta della curva di correlazione T/Fa all'interno della scheda di valutazione avviene tramite individuazione dello spessore e della velocità Vs dello strato superficiale: il valore di Vs riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (es: per un valore di Vs dello strato superficiale ottenuto dall'indagine pari a 230 m/s è stato scelto il valore 250 m/s nella matrice della scheda di valutazione).
- In presenza di una litologia non contemplata dalle schede di valutazione allegata si potrà, in questa prima fase, utilizzare la scheda di valutazione che presenta l'andamento delle Vs con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine.
- Nel caso esista la scheda di valutazione per la litologia esaminata ma l'andamento delle Vs con la profondità non ricade nel campo di validità della scheda potrà, in questa prima

fase, essere scelta un'altra scheda che presenti l'andamento delle Vs con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine.

- In presenza di alternanze litologiche con inversioni di velocità con la profondità si potrà, in questa prima fase, utilizzare la scheda di valutazione che presenta l'andamento delle Vs con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine e si accetteranno anche i casi in cui i valori di Vs escano dal campo di validità solo a causa dell'inversione.
- In mancanza del raggiungimento del bedrock ($V_s \geq 800$ m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di Vs con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

Per quanto riguarda la scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, da utilizzare nella procedura di 2° livello si è fatto riferimento alla tabella sotto riportata, estratta dall'allegato 5 della DGR n. 8/1566 del 22/12/2005 e DGR n. 8/7374 del 28/05/2008:

<i>Dati</i>	<i>Attendibilità</i>	<i>Tipologia</i>
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Tabella 14: Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi

Per la valutazione del fattore di amplificazione (F_a) sito-specifico, si è proceduto all'esecuzione di un'indagine geofisiche di sismica superficiale in un'area ritenuta rappresentativa per il territorio comunale.

8.5.2. indagine sismica – Zone Z4

Nell'ambito dell'analisi del fattore di amplificazione sito specifico del comune di Berlingo si è proceduto all'esecuzione di una indagine sismica nell'area adiacente al cimitero.

L'indagine sismica ritenuta adeguata è di tipo superficiale con la tecnica di sismica a rifrazione, ed è stata svolta in data 02/12/2009.

Tipologia di strumentazione e modalità esecutive:

- sismografo: Dolang JEA24;
- 18 geofoni monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile collegati in serie attraverso un cavo telemetrico su cui sono disposti 12 gruppi data loggers in grado di convertire il segnale elettrico proveniente dai geofoni in segnale digitale già dal primo metro di cavo: il sistema permette pertanto di eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo;
- Sistema di energizzazione per le onde SH: la sorgente è costituita da una mazza di 10 kg battente orizzontalmente su parallelepipedo in legno rivestito di metallo disposto ortogonalmente allo stendimento (e parallelamente alla componente di registrazione dei geofoni orizzontali) e gravato da un carico statico addizionale, in modo che possa rimanere aderente al terreno. L'energia prodotta in tale modo genera essenzialmente onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente.
- Sistema di ricezione: costituito da 18 geofoni orizzontali del tipo elettromagnetico a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria 10 Hz;
- Sistema di acquisizione dati: MOM power con interfaccia USB 1.1 24V, a 24 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, cavo sismico telemetrico di 130 m, notebook PC Windows XP con software Panel Acquisition a 24 canali; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale del sistema di ricezione.
- Sistema di trigger: circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la lastra di battuta. In questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

Caratteristiche dello stendimento:

- Lunghezza complessiva: 68 m linea geofonica (92 m compresi gli off-shots);
- interasse geofonico: 4 m;
- tempo complessivo di campionamento 1024 ms con intervallo di campionamento di 0,5 ms;
- 5 punti di energizzazione:

- 2 end-shots posti a 4 m dai geofoni esterni allo stendimento;
- 2 off-shots posti a 12 m dai geofoni esterni allo stendimento;
- 1 shot centrale tra il 9° e il 10° geofono.



Foto 1	Stendimento.
--------	--------------

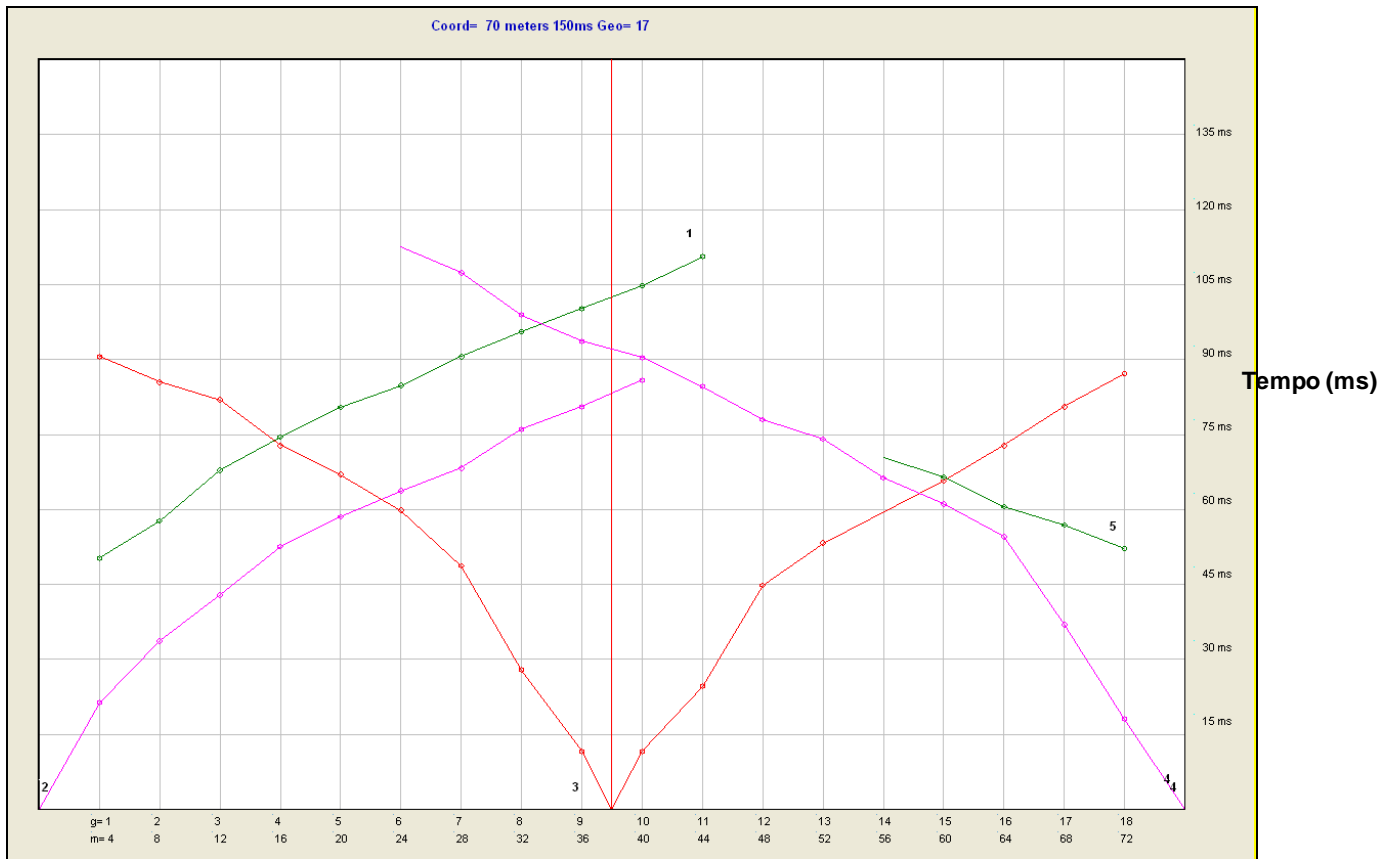
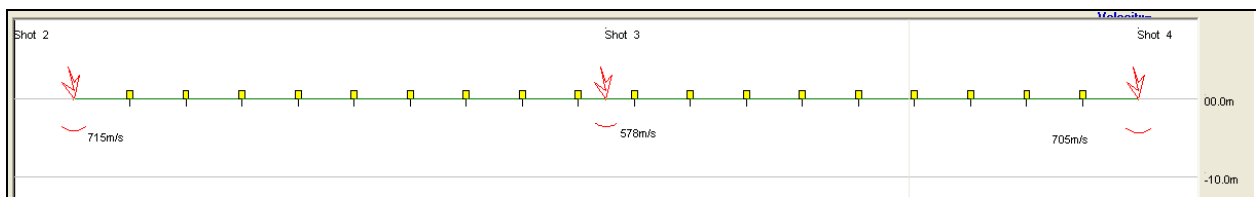


Figura 9 Grafico distanza-tempo con dromocrone dei primi arrivi.

Di seguito viene illustrata la sezione sismica interpretativa ottenuta considerando:

- 2 strati;
- il metodo interpretativo del tempo-intercetto;
- la profondità dei rifrattori solo in corrispondenza degli shots.



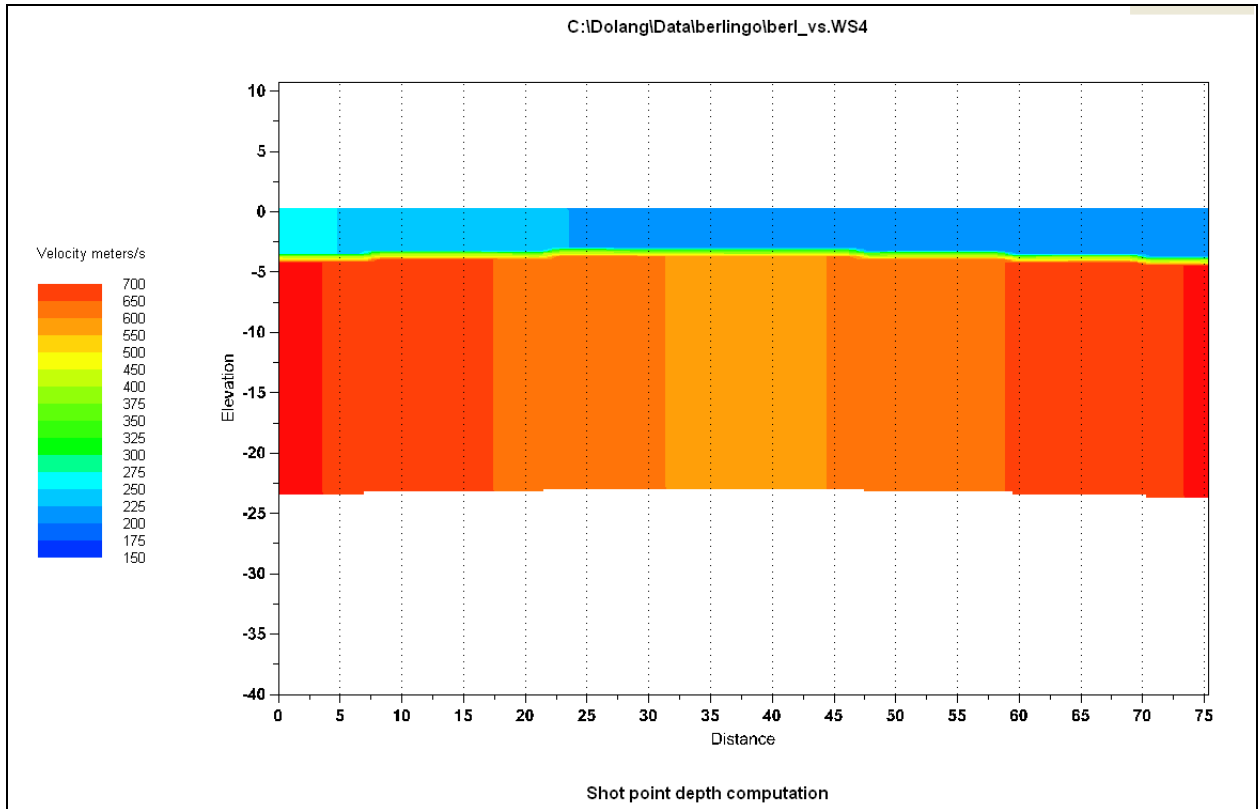


Figura 10 | Sezione sismica onde SH

Si è proceduto al calcolo del periodo del sottosuolo (T) e della Vs30, utilizzando le formule proposte dalla normativa ed ottenendo i seguenti risultati:

La normativa prevede che il calcolo del periodo T necessario all'utilizzo della scheda di valutazione sia calcolato utilizzando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore delle Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando l'equazione:

$$T = \frac{4x \sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n V_{s_i} x h_i} \cdot \sum_{i=1}^n h_i$$

Nel caso specifico non si è raggiunta la profondità del bedrock, intesa come strato a Vs= 800 m/s, pertanto si è proceduto (come previsto dalle integrazioni all'allegato 5 della D.G.R. 8/1566) alla valutazione del gradiente di Vs con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, utilizzando una progressione di tipo lineare.

La Vs30 è stata calcolata utilizzando la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Modello geologico - geofisico

	inizio (m)	fine (m)	spessore (m)	profondità (m)	Vs (m/s)	
strato						
strato1	0.0	4.0	4.0	4.0	220	220
strato2	4.0	15.0	11.0	15.0	650	650
strato3	15.0	30.0	15.0	30.0	800	800
T (s)				0.18		
Vs30 (m/s)				557	Cat. Suolo	B

Scheda di riferimento (allegato 5 Dgr 8/1566 del 22/12/05 e s.m.i.)

Litologia: ghiaiosa

L'indagine sismica effettuata ha permesso di stabilire il valore di Vs 30 che permette di attribuire al sito la categoria di sottosuolo **B**.

I valori di amplificazione sito specifica precedentemente calcolati vanno confrontati con i valori soglia (Soglia norma) forniti dalla Regione Lombardia per il comune di Berlingo, riportati nella tabella seguente.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s				
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Berlingo	1,4	1,8	2,2	2,0

Tabella 15: valori di soglia per T compreso fra 0,1 e 0,5s

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s				
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Berlingo	1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella 16: valori di soglia per T compreso fra 0,5 e 1,5s



Territorio e Urbanistica

ALLEGATO 5

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

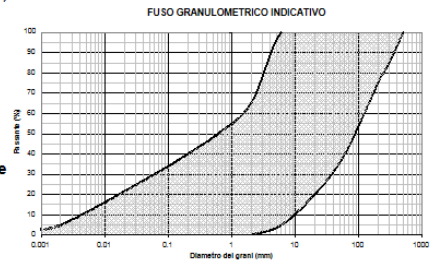
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

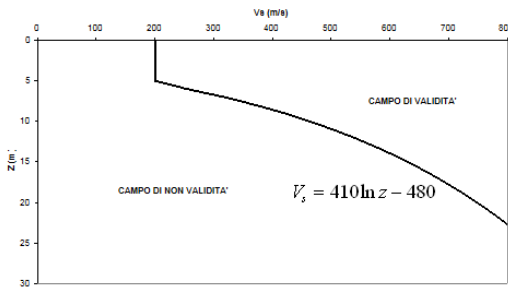
Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argilose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

- Comportamento granulare
- Struttura granulo-sostenuta
- Frazione ghiaiosa superiore al 35%
- Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
- Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
- Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
- Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm
- Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati



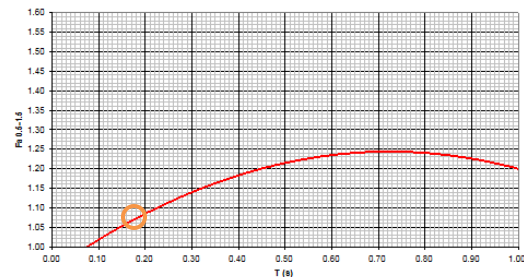
ANDAMENTO DEI VALORI DI V_s CON LA PROFONDITA'



Profondità primo strato (m)

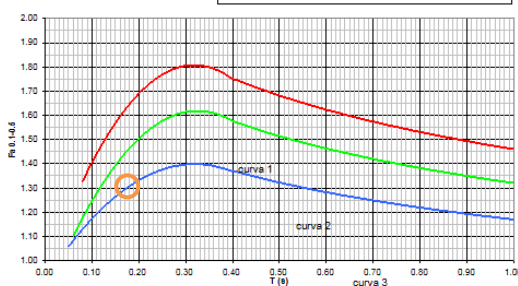


Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Correlazione T - Fa 0.1-0.5



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$

L'elaborazione dei dati dello stendimento ed il confronto con la scheda litologica per la definizione degli effetti litologici ha portato ai seguenti valori di Fa:

- $Fa_{0.1-0.5} = 1,3$
- $Fa_{0.5-1.5} = 1,1$

Quindi dall'indagine eseguita risulta:

	Curva utilizzata	3 (blu)			
	Fa (0.1-0.5 s)			Fa (0.5-1.5 s)	
Soglia Comunale:	1.4		Soglia Comunale:	1.7	
Fa Calcolato:	1.3		Fa Calcolato:	1.1	
Verifica:	Fa < Soglia comunale		Verifica:	Fa < Soglia comunale	
	OK			OK	

In conclusione si può dire che per entrambi gli intervalli di periodo (T) il Fa risulta < valore Soglia comunale e gli spettri previsti dalla normativa sono sufficiente a tenere in considerazione le amplificazioni sito specifiche.

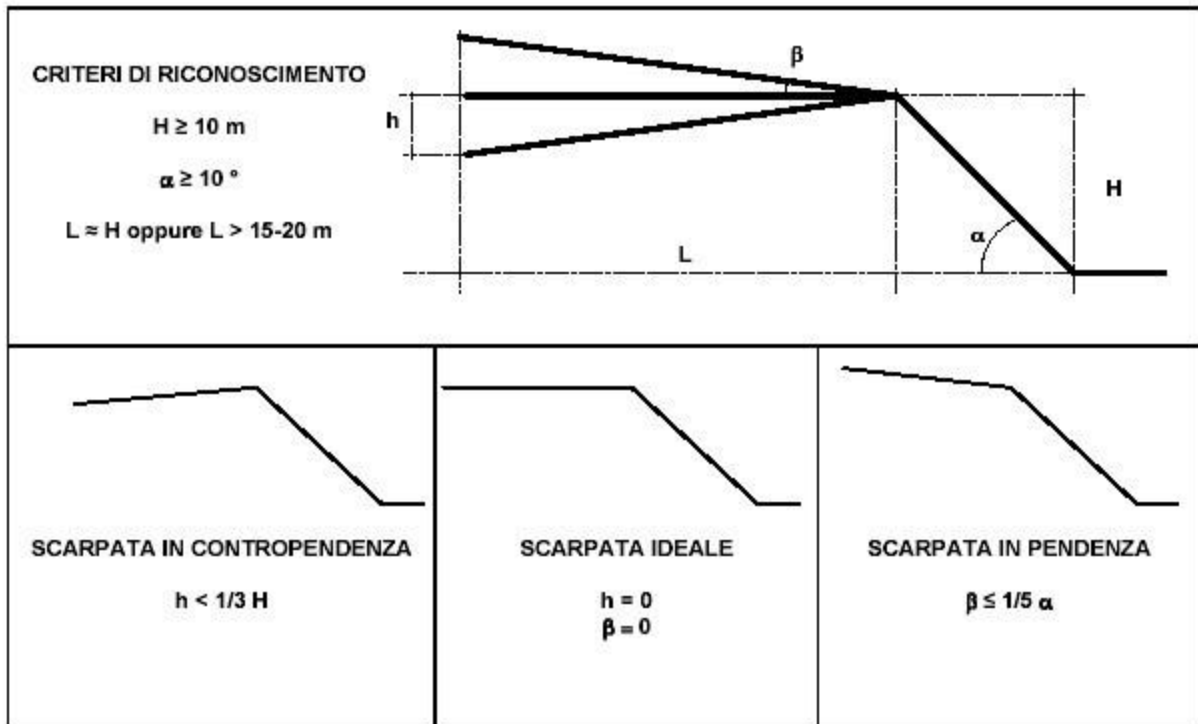
8.5.3. Amplificazioni topografiche: Zone Z3a, zona di ciglio H>10m (bordo di cava).

Come precedentemente riportato, sul territorio comunale di Berlingo è presente la cava Gatti (ATEg18). Dalle informazioni riportate sul piano cave risulta che la cava possa raggiungere una profondità massima di 25 m dal piano campagna. Cautelativamente si è pertanto proceduto alla valutazione delle amplificazioni topografiche sito- specifiche considerando un valore di H pari a 25m. Come limite dell'area viene considerato il confine dell'ambito riportato nel piano cave.

Considerando l'altezza massima di 25 m ci si inserisce nella classe altimetrica 20m<H<40m con un valore di Fa_(0.1-0.5) pari a 1.2, riferito al ciglio del fronte principale. L'area d'influenza risulta pari a 18.75 m (3/4 di 25m), distanza alla quale si raggiunge un Fa unitario.

Le linee guida regionali prevedono che il valore di Fa così ottenuto sia confrontato con il valore di St indicato dalle Norme tecniche delle costruzioni. Il valore St rappresenta la soglia oltre la quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente sul sito.

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA - SCENARIO Z3a



Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $Fa_{0.1-0.5}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Figura 11: estratto Allegato 5 Dgr 8/7374/08

Le Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono 4 categorie topografiche all'interno delle quali sono attribuiti valori di St da 1,0 a 1,4. Nelle NTC è previsto che tali scenari siano considerati per $H > 30\text{m}$, pertanto per il caso in esame non è definito nessun valore di St . Cautelativamente ai fini della presente si considera lo scenario T2 – Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ per la quale viene definito un valore di $St = 1.2$. Visto che $Fa_{0.1-0.5}$ (1.2) risulta uguale a St (1.2) per lo scenario Z3a si stima che la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalle NTC.

Per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso fra 5 e 15 piani, in presenza di scenari Z3a è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

9. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

La Delibera di Giunta riportante i “Criteri per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.” prevede che lo Studio Geologico comunale recepisca quanto riportato negli strumenti di pianificazione sovracomunale esistenti in materia di rischio idrogeologico, consentendone anche la modifica.

Nello specifico il comune di Berlingo non è assoggettato al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino del Fiume Po.

Si procede pertanto all’analisi del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia e del Programma di Tutela Uso delle Acque della Regione Lombardia.

9.1. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Per quanto riguarda il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP), viste le finalità del presente studio, si è proceduto all’analisi delle Tavole Ambiente e Rischi n. 3A - Atlante dei Rischi idraulici ed idrogeologici e 3B - Carta inventario dei dissesti.

Nella tavola 3A, l’intero territorio comunale è classificato ad alta vulnerabilità della prima falda. Tali zone sono state identificate dal PTCP sulla base della soggiacenza della falda e della composizione del terreno.

In tali aree il PTCP si pone l’obiettivo di evitare le possibili contaminazioni della falda dall’inquinamento derivante da impianti ed attività antropica.

Nell’Art. 43 delle NTA del Piano sono indicate le direttive da applicare nelle zone classificate ad “alta vulnerabilità della falda”.

La classificazione del territorio comunale sulla base della vulnerabilità della prima falda riportata nel PTCP risulta coerente con quanto stimato nel presente studio (vedi paragrafo 7.3.2).

Per quanto riguarda la tavola 3B relativa ai dissesti per il territorio comunale di Berlingo non è segnalato la presenza di nessun elemento di rischio.



Figura 12 – Estratto PTCP di Brescia – Tavola 3A Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici.

9.2. PROGRAMMA DI TUTELA USO DELLE ACQUE (PTUA)

Nel Programma di Tutela Uso delle Acque, approvato con D.g.r. n. 8/2244 del 29 Marzo 2006, prevede una serie di aree di tutela delle risorse idriche pregiate, delle aree vulnerabili e di salvaguardia delle captazioni potabili a servizio di pubblici acquedotti. Con le d.g.r. n. 8/3297 datata 11 Ottobre 2006 “Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.Lgs. 152/2006: criteri di designazione ed individuazione”, e d.g.r. n. 8/3439 del 7 Novembre 2006 “adeguamento del programma d’azione della Regione Lombardia di cui alla d.g.r n. 17149/96 per la tutela e risanamento delle acque dall’inquinamento causato da nitrati di origine agricola per le aziende localizzate in zona vulnerabile ai sensi del D. lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, art. 92 e del d.m. n. 209 del 7 Aprile 2006”, vengono fornite nuove indicazioni sulle nuove aree vulnerabili individuate e le linee guida da adottare per un corretto uso agronomico degli effluenti di allevamento, dei fertilizzanti azotati, degli ammendanti e di tutti gli apporti azotati al terreno.

Le corretta gestione degli apporti azotati al terreno, attraverso le normali pratiche agronomiche, alla luce delle caratteristiche idrogeologiche dell'area (bassa soggiacenza, vulnerabilità elevata della prima falda) e della tipologia di agricoltura presente (allevamenti suinicoli), riveste un ruolo primario in termini di tutela dei corpi idrici sotterranei e superficiali.

Il comune di Berlingo è classificato dal PTUA come comune vulnerabile ai nitrati di origine agricola. Di seguito di riporta un estratto della Dgr 11/10/2006 n. 8/3297 "Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.Lgs. 152/2006: criteri di designazione e individuazione".

ISTAT	Comune	Prov.	Superficie (kmq)	Superficie SAU (Ha)
0170015	Berlingo	BS	4,57	320,22

Tabella 17: estratto allegato 2 della d.g.r. 8/3297/2006, comuni interamente compresi nell'area vulnerabile.

9.3. PIANO CAVE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA

Il territorio comunale di Berlingo è interessato dall'ambito estrattivo ATEg18 – Berlingo Lograto. Di seguito si riporta un estratto del piano cave provinciale di Brescia settore sabbie e ghiaie. Sul confine nord est, presso il .le Gambara, si estende anche l'ambito estrattivo ATE 14, che interessa i comuni di Cazzago San Martino e Travagliato. Nelle tabelle seguente si riportano i dati ritenuti più significativi ai fini del presente studio, relativi ai due ambiti citati.

A.T.E.	Comune	S (mq)	Volume (mc) Appr. regionale	Denominazione
ATEg14	Cazzago SM- Travagliato	573.644	4.600.00	Nordcave S.r.l. Cave S. Polo S.r.l.
ATEg18	Berlingo- Lograto	404.491	1.000.000	Cava Berlingo di Gatti Andrea & C. snc

Tabella 18: estratto DCR del 25 Novembre 2004 n. VII/III4.

A.T.E.	Coltivazione in atto	Profondità della falda dal pc	Profondità max escavabile
ATEg14	A fossa a secco	Livello max escur. 117,5 m slm	Fino alla quota di riferimento 119 m slm
ATEg18	A fossa in acqua	7	25

Tabella 19: estratto DCR del 25 Novembre 2004 n. VII/III4.

10. CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI

Viste le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio comunale ed i vincoli presenti si è ritenuto opportuno realizzare un unico elaborato cartografico che riporti sia i vincoli di natura idrogeologica sia gli elementi di criticità e/o di merito (per i quali si ritiene necessaria una adeguata protezione) presenti sul territorio comunale.

I vincoli amministrativi e gli elementi di sintesi presenti sul territorio comunale sono stati riportati nella Tavola 06 – Carta dei Vincoli e di Sintesi redatta alla scala 1:5.000 su base CTR.

10.1. VINCOLI

Nel presente paragrafo sono analizzati i vincoli derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente geologico, che comportano delle limitazioni alle destinazioni d'uso del territorio.

10.1.1. Vincoli di polizia idraulica

In carta si riportano in corsi d'acqua e le relative fasce di rispetto individuate nello studio del reticolo idrico del comune di Berlingo, ai sensi della D.g.r. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modifiche.

Per quanto riguarda le attività consentite e le limitazioni alle destinazioni d'uso delle porzioni di territorio ricadenti all'interno delle fasce di rispetto del reticolo idrico minore si rimanda alle "Norme di Polizia Idraulica" allegate allo studio precedentemente citato.

10.1.2. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Nella Tavola 06 sono riportate le aree di salvaguardia (di tutela assoluta e di rispetto) dei pozzi ad uso idropotabile presenti nel territorio comunale di Berlingo.

Per il pozzo ad uso acquedottistico denominato "Berlinghetto" o di "via Trento", non è stato avviato alcun procedimento per la riduzione delle zone di rispetto, per cui ad oggi si considera il raggio = 200 m quali limite delle zone di rispetto.

Le attività consentite e vietate all'interno delle zone di rispetto e della zona di tutela assoluta dei pozzi idropotabili sono normate da:

- D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto."
- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale – Art. 94 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

10.1.3. Programma di Tutela Uso delle Acque (PTUA)

Il comune di Berlingo è classificato dal PTUA come comune “vulnerabile ai nitrati di origine agricola”.

Per tali aree, le normative vigenti in materia prevedono un apporto massimo di 170 kg per ettaro e per anno, inteso come quantitativo medio aziendale. Tale quantitativo deve essere calcolato sulla base della tabella 2 dell'allegato A della d.g.r. n. 8/3439, o in alternativa utilizzando altre procedure di calcolo citate nella stessa Delibera.

10.1.4. Piano territoriale di coordinamento della Provincia di Brescia

Il PTCP classifica l'intero territorio comunale nelle aree classificate ad “alta vulnerabilità della falda”. In tali zone sono da applicarsi le direttive indicate nell'Art. 43 delle Norme tecniche di Attuazione del PTCP.

Di seguito si riporta quanto il testo dell'Art. 43 estratto dalle NTA del PTCP.

“Art. 43 – Zone ad alta vulnerabilità della falda.

Oggetto: Sono le zone identificate nella Tav. 3A, nelle quali la combinazione di soggiacenza e composizione del terreno segnalano una vulnerabilità della falda alta e molto alta.

Obiettivo. Obiettivo del PTCP è evitare le possibili contaminazioni della falda anche superficiale da inquinamenti derivati da impianti ed attività urbane.

Direttive. Nella realizzazione di infrastrutture stradali, zone industriali e delle relative superfici pavimentate pertinenziali in genere, dovrà essere assicurata la raccolta e la depurazione delle acque di prima pioggia. Le fognature miste e nere dovranno essere realizzate con tecnologie atte ad evitare possibili perdite e l'impermeabilizzazione di superfici carrabili può avvenire in deroga al principio della permeabilità.”

10.2. ELEMENTI DI SINTESI

Nella tavola 07 sono riportati gli elementi di sintesi del territorio comunale per quanto riguarda le problematiche geologiche rilevate nel presente studio.

Di seguito si procede al riepilogo degli elementi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale di Berlingo che sono stati considerati nell'ambito dell'individuazione delle aree a fattibilità geologica omogenea.

Dal punto di vista idraulico ed idrogeologico, nonché ambientale, si ritiene fondamentale la tutela del reticolo idrico consolidato.

Le informazioni geognostiche reperite non portano all'individuazione di specifiche aree caratterizzate da parametri geotecnici scadenti che presentino a priori condizioni sfavorevoli all'edificazione. Vista la variabilità composizionale del sottosuolo, anche per quanto riguarda la presenza di condizioni favorevoli all'innescio di fenomeni di liquefazione non è stato possibile effettuare una zonizzazione omogenea del territorio comunale.

Non si è rilevata la presenza di fenomeni morfogenetici, movimenti franosi attivi, o quiescenti di entità tale da influire sull'attribuzione della classe di fattibilità geologica.

Dal punto di vista idraulico non sono segnalate aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (con $T < 20-50$ anni). Gli unici elementi di criticità idraulica sono ascrivibili alla corretta manutenzione degli alvei dei corsi d'acqua ed alle opere idrauliche ad essi connesse.

La valutazione del grado di Vulnerabilità della prima falda eseguita con il metodo "Drastic Index" ha fornito un grado omogeneo per tutto il territorio comunale: Vulnerabilità elevata.

Ai fini dell'attribuzione del grado di fattibilità geologica è stato considerato anche l'ex "Cava Montini".

11. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La carta in oggetto viene redatta alla scala 1:5.000. Sulla base degli elementi di criticità e di rischio idrogeologico e geomorfologico si è proceduto alla stesura della Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di piano, redatta sulla base delle indicazioni contenute nel D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la determinazione della componente geologica ed idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione all'art. 57, comma 1 della L.R. n. 12 del 11 Marzo 2005" e s.m.i.. Per quanto riguarda l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica ci si è attenuti alle indicazioni fornite nella tabella 1 della DGR n. 8/7374/2008.

Di seguito si procede al riepilogo degli elementi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale di Berlingo che hanno determinato l'attribuzione della relativa classe di Fattibilità geologica per le azioni di piano.

- Dal punto di vista geologico e litologico l'area è caratterizzata di un substrato d'origine fluvioglaciale e fluviale formato da depositi prevalentemente ghiaioso sabbiosi limosi.
- Tutta l'area in studio presenta un elevato grado di vulnerabilità della falda freatica
- Non si è rilevata la presenza di fenomeni morfogenetici attivi o quiescenti di entità tale da influire sull'attribuzione della classe di fattibilità geologica.
- Dal punto di vista idraulico non sono segnalate aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (con $T < 20-50$ anni). Gli unici elementi di criticità idraulica sono ascrivibili alla corretta manutenzione degli alvei dei corsi d'acqua ed alle opere idrauliche ad essi connesse (attraversamenti, griglie e sifone).
- Nel territorio comunale è presente una cava attiva a fossa in falda denominata ATEg18.

Nella tabella seguente si riportano i criteri utilizzati per la zonizzazione in classi di fattibilità geologica secondo la DGR n. 8/7374/2008:

Descrizione criticità	Classe attribuita
Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	
Aree estrattive o dismesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	3a
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	
Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti, aree con emergenza della falda)	4
Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero	3
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	
Aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa	4
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	
Aree con riporti di materiale, aree colmate	3b

Tabella 20 – Criteri di attribuzione delle classi di fattibilità geologica (estratto Dgr 8/7374/2008).

11.1. CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.

L'alta vulnerabilità – pericolosità degli ambiti compresi in tale classe comporta gravi limitazioni all'utilizzo del suolo a scopi edificatori e/o alla modifica dell'attuale destinazione d'uso.

Rientrano in tale classe gli alvei dei corsi d'acqua principali (Vaso Baioncello e Seriola Travagliata) appartenenti al reticolo idrico e gli specchi d'acqua (cava in falda). La perimetrazione di tali aree coincide con l'effettiva estensione areale del ciglio di sponda misurata in sito.

In tali aree è esclusa ogni nuova edificazione, se non la realizzazione di opere necessarie alla sistemazione idrogeologica e/o idraulica dei corpi idrici per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti dalla L.R. 12/2005 e succ. modifiche, senza aumento di superficie o volume o del carico insediativo. Sono consentiti gli interventi necessari per l'adeguamento delle strutture alla normativa antisismica.

Nelle zone in classe 4 è consentita inoltre la realizzazione di infrastrutture pubbliche e/o d'interesse pubblico se non altrimenti localizzabili sul territorio comunale.

Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

Dal punto di vista sismico per le aree Z4, gli approfondimenti di secondo livello eseguiti hanno evidenziato che per entrambi gli intervalli di periodo (T) il F_a risulta < valore Soglia comunale e pertanto gli spettri previsti dalla normativa sono sufficienti a tenere in considerazione le amplificazioni sito specifiche.

11.2. CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

L'elemento vincolante del territorio comunale di Berlingo risulta l'elevato grado di vulnerabilità della falda freatica come previsto dalla DGR n. 8/7374/2008.

Gli interventi di nuove edificazioni dovranno essere correlati da apposita indagine geologica-geotecnica che preveda, oltre quanto richiesto dal DM 14.01.08, considerazioni specifiche in merito alla componente idrogeologica. La qualità delle acque sotterranee dovrà essere tutelata attraverso una attenta e corretta gestione di tutte le attività antropiche che potrebbero interferire (reflui civili, di attività produttive e zootecniche, realizzazione di nuovi pozzi etc..) con le falde idriche.

La relazione geologica-geotecnica dovrà fornire:

- Stratigrafia e caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo di influenza delle opere di fondazione;
- Tipologia e piano di posa delle fondazioni previste;
- Sollecitazione max fondazioni/terreno e calcolo cedimenti;
- Falda freatica: profondità, direzione, oscillazioni stagionali ed interazione con le opere in progetto;
- La tipologia ed il numero di sondaggi geognostici e/o di prove penetrometriche potrà essere valutato dal Tecnico Incaricato dell'indagine in funzione della collocazione, dell'importanza, delle dimensioni e delle caratteristiche strutturali delle opere in progetto.

Anche gli interventi di ristrutturazione che determinino nuove condizioni di sollecitazione statica e dinamica degli edifici e del sottosuolo sono da documentare con apposita Relazione geologica-geotecnica.

Per quanto riguarda invece gli interventi di restauro e risanamento conservativo senza variazione delle sollecitazioni sui terreni, sulla base del giudizio e della responsabilità del progettista, può essere omessa la presentazione della sopracitata documentazione geologico-geotecnica. In tal caso l'Amministrazione Comunale richiede idonea dichiarazione del progettista quale attestazione riguardo l'invariabilità delle sollecitazioni sui terreni.

Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

Ai sensi dell'art. 43 delle NTA del PTCP, per i nuovi insediamenti è necessario provvedere alla raccolta e alla depurazione delle acque di prima pioggia (nei casi previsti dalla normativa vigente).

E' inoltre necessario valutare la possibilità di raccogliere in sistemi idonei le acque pluviali, così da permettere il riutilizzo per usi civili, industriali o irrigui, preservando in tal modo l'acqua potabile stessa.

Per gli ambiti di trasformazione da industriale a residenziale, ai sensi dell'Art. 62 delle N.T.A. del PTCP, dovrà essere eseguita un'indagine preliminare secondo le modalità attualmente previste dall'art. 242 del D.Lgs. 152/06 sulle matrici ambientali. Tale indagine sarà finalizzata alla verifica del rispetto delle concentrazioni relative alle soglie di contaminazione indicate nella Tabella 1, colonna A, dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06.

Per le aree ricadenti all'interno della zona di rispetto e di tutela assoluta del pozzo ad uso acquedotti stico via Trento (o fraz. Berlinghetto) le attività consentite e vietate sono normate dalla D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 - Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto e dal D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale – Art. 94 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

Dal punto di vista sismico per le aree Z4a, gli approfondimenti di secondo livello eseguiti hanno evidenziato che per entrambi gli intervalli di periodo (T) il Fa risulta < valore Soglia comunale e pertanto gli spettri previsti dalla normativa sono sufficiente a tenere in considerazione le amplificazioni sito specifiche.

11.2.1. Sottoclasse 3a: aree estrattive

Comprende l'ambito estrattivo ed una fascia di rispetto di 10 m dal limite dell'ATE come da Piano Cave. In tali aree, oltre a quanto previsto per la classe 3 sopra descritta, si dovrà valutare l'interferenza fra le opere di progetto e la stabilità delle scarpate.

Dal punto di vista sismico per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso fra 5 e 15 piani, in presenza di scenari Z3a è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

11.2.2. Sottoclasse 3b: aree colmate

Comprende l'“Ex Cava Montini”, interessato da riporto di materiale avente scadenti caratteristiche geotecniche. Per gli interventi ricadenti in tale area andranno attentamente

valutate la consistenza, dal punto di vista geotecnico, dei materiali di riempimento e gli spessori coinvolti.

Dal punto di vista sismico tali aree sono state inserite nello scenario sismico Z2, con obbligo di procedere ad approfondimenti di 3° livello in fase progettuale. Tali approfondimenti potranno essere omessi nel caso le opere di fondazione interesseranno il sottostante substrato ghiaioso sabbioso in posto. In tale caso si vedano le prescrizioni formulate per lo scenario Z4a.

11.3. CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

Non esistono porzioni di territorio appartenenti a tale classe a causa dell'elemento vincolante visto nel paragrafo precedente (elevato il grado di vulnerabilità della falda freatica). Per tale motivo, come previsto dalla DGR n. 8/7374/2008 la gran parte del territorio comunale attribuita nello studio geologico comunale del 2002 a classe 2 sono state inserite in classe 3.

12. BIBLIOGRAFIA

- La Bonifica nella fascia dei fontanili in sponda sinistra del Fiume Oglio- Collegio dei Geometri della Provincia di Brescia, Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio. E. Giacomelli (2003).
- Programma di Tutela e uso delle acque – Regione Lombardia
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia – Provincia di Brescia
- Acque sotterranee in Lombardia, gestione sostenibile di una risorsa strategica. Regione Lombardia (2001).
- Comune di Berlingo. Studio geologico comunale. Dott. Geol. Cazzoletti, 2002.
- Sistema Informativo Territoriale, Regione Lombardia.
- Comune di Berlingo. Archivio Ufficio tecnico.
- Provincia di Brescia. Archivio pozzi.
- Regione Lombardia Sede Territoriale di Brescia: Archivio pozzi.
- D.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005 – Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. n. 12 del 11 Marzo 2005

Dicembre 2010

Dott. Geol. Marco Carraro

