

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. LAURA ZILIANI
Dott. Geol. DAVIDE GASPARETTI
Dott. Geol. GIANANTONIO QUASSOLI
Dott. Geol. SAMUELE CORRADINI

25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: info@studiogeologiambiente.it

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
PER IL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005

D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008

RELAZIONE**INDICE**

1. PREMESSA	3
2. RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA	5
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE	8
3.1. Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio	8
3.2. Caratteristiche geotecniche dei terreni	10
3.3. Geomorfologia	10
4. PERICOLOSITÀ SISMICA	13
4.1. Introduzione	13
4.2. Zona sismica di appartenenza	13
4.3. Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 4)	15
4.4. Applicazione del 2° livello	16

4.4.1.	Effetti morfologici	16
4.4.2.	Effetti litologici.....	17
5.	SISTEMA IDROGRAFICO	20
6.	IDROGEOLOGIA	22
6.1.	Caratteristiche idrogeologiche	22
6.1.1.	Metodologia	22
6.1.2.	Descrizione delle unità idrogeologiche e degli acquiferi contenuti	22
6.1.3.	Descrizione delle sezioni idrogeologiche.....	24
6.1.4.	Piezometria.....	25
6.1.5.	Modificazioni indotte sulla superficie piezometrica dall'attività estrattiva in falda	26
6.1.6.	Pozzi che alimentano l'acquedotto comunale.....	27
6.1.7.	Vulnerabilità delle acque sotterranee all'inquinamento.....	27
7.	RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	30
7.1.	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI).....	30
7.2.	Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia	30
8.	CARTA DEI VINCOLI.....	32
9.	CARTA DI SINTESI.....	33
10.	DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE	35
11.	CONCLUSIONI	39

1. PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Montirone in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12.

Lo studio delle caratteristiche geologiche del territorio ha sostanzialmente due obiettivi. Il primo è la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e con le condizioni di sismicità del territorio. A tale scopo vengono definite le aree che possono essere interessate da situazioni di pericolo (frane, dissesti, allagamenti, amplificazioni dei danni di un terremoto, ecc.). Il secondo obiettivo è l'individuazione delle risorse presenti che si ritiene debbano essere tutelate, come la falda acquifera, i fontanili, gli elementi morfologico-paesistici che caratterizzano il paesaggio, ecc.

Lo studio è stato condotto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 ed è stato suddiviso nelle seguenti fasi di lavoro: 1) fase di analisi, 2) fase di sintesi/valutazione e 3) fase di proposta.

L'indagine geologica sul terreno è stata preceduta da una ricerca bibliografica, finalizzata al reperimento di informazioni e documenti utili a migliorare la conoscenza del territorio in esame. In particolare si è tenuto conto dei dati contenuti nello *Studio geologico del territorio comunale* predisposto per la Revisione Generale del P.R.G. (Ziliani L. e Scovoli M., 1997), nello *Studio geologico del territorio interessato dal P.I.I. "EX MUNICIPIO"* (Ziliani L., Quassoli G., 2007) e nello *Studio geologico del territorio interessato dal P.I.I. "Stazione"* (Ziliani L., Quassoli G., 2007). Tali dati sono stati opportunamente integrati con gli approfondimenti richiesti dalle direttive allegate alla D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566.

I dati di tipo geologico e geomorfologico raccolti, integrati dall'interpretazione delle fotografie aeree, hanno portato alla redazione della CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 1), prodotta in scala 1:5.000. Questo elaborato illustra i terreni presenti nel territorio comunale, nonché le forme ed i processi geomorfologici più significativi ai fini della valutazione della pericolosità indotta da fenomeni di tipo geologico. Evidenzia inoltre gli elementi morfologici che strutturano il paesaggio.

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio nell'ambito del P.G.T. è finalizzato soprattutto alla tutela delle risorse idriche sotterranee ed in particolare di quelle captate dall'acquedotto comunale. E' stata raccolta la documentazione relativa ai pozzi per acqua sia privati che pubblici, presenti nel territorio comunale. Le stratigrafie dei pozzi hanno permesso di tracciare due sezioni idrogeologiche al fine di illustrare la struttura sepolta del

territorio. Applicando il metodo DRASTIC è stata effettuata una valutazione del grado di vulnerabilità delle acque sotterranee.

I dati di tipo idrogeologico sono riportati sulla CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (TAV. 2), realizzata in scala 1:5.000.

Su questo elaborato è stato riportato il reticolo idrico principale e minore, così come contenuto nell'*Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica*, predisposto dall'Ing. Giuseppe Rossi e dall'Ing. A. Di Pasquale nel 2005.

Per valutare se all'interno del territorio comunale sono presenti situazioni litologiche e geomorfologiche in grado di produrre effetti di amplificazione sismica locale è stata applicata la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. citata ed è stata predisposta la CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 4).

La fase di sintesi/valutazione ha condotto alla predisposizione della CARTA DEI VINCOLI (TAV. 5) che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico e della CARTA DI SINTESI (TAV. 6) che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico.

La sovrapposizione critica di queste due cartografie ha portato alla redazione della CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV. 7) che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti.

Si allegano:

TAV. 1: CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:5.000;

TAV. 2: CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO – scala 1:5.000;

TAV. 3: SEZIONI IDROGEOLOGICHE – scala 1:5.000;

TAV. 4: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:5.000;

TAV. 5: CARTA DEI VINCOLI – scala 1:5.000;

TAV. 6: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000;

TAV. 7: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO – scala 1:5.000.

2. RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA

Per il presente lavoro è stata svolta una ricerca storica e bibliografica finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame. In particolare sono stati consultati: gli studi disponibili in bibliografia, il Sistema Informativo Territoriale regionale, gli studi di tipo geologico presenti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, le cartografie disponibili al momento della stesura della presente relazione, le pubblicazioni effettuate dai vari Enti Territoriali (v. bibliografia di seguito riportata).

BIBLIOGRAFIA

- ALLER L., BENNET T., LEHR J.H., PETTY R.J. (1985) - *DRSTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeological Settings*. EPA/600/2-85/018, National Water Well Association – Worthington;
- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottopr. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. In: "Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione", Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica. Ed. Ramperto, Brescia.
- BONI A., CASSINIS G., VENZO S. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 100.000, F° 47 - Brescia*. Serv. Geol. d'Italia.
- BONI A. & CASSINIS G. (1973) - *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a sud dell'Adamello (note illustrative della legenda stratigrafica)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia.
- BONI A. & PELOSO G. F. (1982) - *Dati sulla neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia", di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda"*. In: C.N.R. - "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta neotettonica d'Italia", pubbl.506 P.F. Geodinamica.
- BONOMI T., VERRO R. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali*. Acque Sotterranee n. 60, Anno XV, Dicembre 1998.
- CASSINIS G., PEROTTI C.R., VERCESI P.L. (1990) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche ed ulteriori temi di ricerca*. In

:"Attualità dell'opera di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa". Atti del Convegno Nazionale, Ateneo di Brescia.

- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy). A study in quaternary geology and soil development* – Unicopli – Milano.
- DENTI E., LAUZI S., SALA P., SCESI L. (1988) - *Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese* . Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.
- E.R.S.A.L. (1993) *Progetto Carta Pedologica: I suoli della Pianura Bresciana centrale*; ERSAL Edizioni – Milano.
- REGIONE LOMBARDIA (2001) - *Piano Territoriale Paesistico Regionale* – B.U. Regione Lombardia n. 32 – Milano.
- ROSSI G., DI PASQUALE A. (2005) - *Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica*.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) - *Carta Geologica della Regione Lombardia* in scala 1:250.000 – Milano.
- STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO PADANO (1994) - *Indagini geologiche, litostratigrafiche e geoelettriche preliminari finalizzate alla definizione della fattibilità della terebrazione di un nuovo pozzo ad uso idropotabile nell'ambito dell'abitato di Montirone*. A.S.M. Brescia.
- ZILIANI L. (1994) - *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee della pianura bresciana – scala 1:25.000*, Studi preliminari del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia. Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.
- ZILIANI L. (1996) - *Progetto di una rete di monitoraggio idrogeologico e geochimico degli acquiferi di pianura, di valle e di anfiteatro morenico della provincia di Brescia*. Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.
- ZILIANI L. (1989) - *Piano Territoriale Paesistico: Carta delle unità di paesaggio territoriali e Carta morfologica*. Scala 1:25.000 Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.
- ZILIANI L., SCOVOLI M. (1997) - *Studio geologico del territorio comunale di Montirone* predisposto per la Revisione Generale del P.R.G.
- ZILIANI L. (2003) - *Integrazione allo Studio geologico del territorio comunale di Montirone del dicembre 1997 per la variante parziale n.2/99 al P.R.G.*.
- ZILIANI L., QUASSOLI G. (2007) - *Studio geologico del territorio interessato dal P.I.I. "Ex Municipio", in comune di Montirone*.

- ZILIANI L.; QUASSOLI G. (2007) - *Studio geologico del territorio interessato dal P.I.I. "Stazione", in comune di Montirone* .

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO

Il comune di Montirone si estende su un'area avente superficie pari a 10,26 km²; partendo da nord e procedendo in senso orario i comuni confinanti sono: Borgosatollo, Ghedi, Bagnolo Mella e Poncarale.

Il territorio comunale presenta una morfologia pianeggiante, digradante da nord-est verso sud-ovest; altimetricamente è compreso tra la quota massima di 112 m s.l.m., localizzata nella parte nord-orientale del territorio comunale, nei pressi del cimitero di Borgosatollo, e la quota minima di 89,5 m s.l.m., registrata presso il vertice sud-orientale del territorio comunale.

Dal punto di vista geologico il territorio di Montirone è ubicato in corrispondenza della zona di transizione dall'alta alla media pianura bresciana. L'alta e la media pianura corrispondono a due unità litologico-morfologiche che sono qui di seguito descritte e che sono rappresentate nella CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E DEL SISTEMA IDROGRAFICO in scala 1:5.000 (TAV.1).

1 - Alta pianura fluvioglaciale: depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con livelli ciottolosi e orizzonti più o meno cementati (F1 in TAV.1).

Come indicato in TAV.1, buona parte del territorio comunale appartiene a questa unità, costituita da ghiaie prevalenti, talora con ciottoli, con locali intercalazioni sabbiose o limoso-argillose, ricoperte da suoli generalmente sottili.

Questa porzione di territorio costituisce la propaggine sud-occidentale dell'ampia piana fluvioglaciale (*Sandur*) prodotta dagli scaricatori fluvioglaciali nord-occidentali dell'anfiteatro morenico gardesano.

La morfologia che contraddistingue quest'area è legata all'ambiente deposizionale che ha originato questi depositi. Si tratta, infatti, di un ripiano debolmente immergente verso sud-ovest, caratterizzato da una piatta monotonia. Sono tuttavia presenti deboli ma fitte ondulazioni, individuabili soprattutto dall'esame delle fotografie aeree, che costituiscono le tracce di un antico sistema fluviale a canali intrecciati (*braided*). La piana era infatti occupata, nel tardo Pleistocene, da corsi d'acqua ad alta energia di tipo torrentizio. I canali abbandonati sono distinguibili dalle barre ad essi interposte per la presenza di abbondante matrice limosa e argillosa, assente nelle barre dove le sabbie e le ghiaie costituiscono la componente

nettamente dominante. Le tracce di questo sistema anastomizzato di canali scompaiono nella zona di transizione dall'alta alla media pianura.

Come verrà meglio illustrato nel capitolo riguardante l'idrogeologia, lo spessore dei depositi fluvioglaciali in territorio di Montirone è piuttosto ridotto; varia infatti generalmente da 20 a 40 m. Inferiormente si rinvenivano materiali prevalentemente argilloso-limoso-sabbiosi a bassa permeabilità. Tale situazione è legata alla presenza di una dorsale sepolta che attraversa la pianura bresciana con direzione NE-SW, determinando l'emergenza dei rilievi di Ciliverghe, Castenedolo, Monte Netto e Pievedizio. Il sollevamento del substrato, che sarebbe rimasto attivo fino al Pleistocene medio, ha determinato l'avvicinamento alla superficie topografica dei sedimenti più antichi a granulometria fine.

2 - Media pianura fluvioglaciale e fluviale: depositi fluvioglaciali e fluviali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni sabbioso-limose o limoso-argillose (F2 in TAV.1)

A sud dell'abitato di Montirone si verifica il passaggio dai depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani tipici dell'alta pianura alle alluvioni fluvioglaciali e fluviali sabbioso-ghiaiose e sabbiose con intercalazioni limose ed argillose, caratteristiche della media pianura.

Il passaggio da un'unità all'altra non è netto, per la presenza di lenti e digitazioni di depositi grossolani, allungate soprattutto in corrispondenza delle antiche linee di flusso, che si estendono verso sud-ovest. Il limite riportato in TAV.1 si discosta da quello presente nel Foglio 47 Brescia della Carta Geologica d'Italia che corre più o meno parallelo alla Ferrovia Parma-Brescia. Il limite riportato in carta è stato tracciato tenendo conto sia delle delimitazioni delle unità di paesaggio (e quindi delle caratteristiche morfologiche e pedologiche) presenti nella Carta delle Unità di paesaggio redatta in occasione del Piano Territoriale Paesistico della Provincia di Brescia, sia delle stratigrafie dei pozzi. Tale limite in territorio di Montirone assume direzione est-ovest, mentre in territorio di Bagnolo Mella si dirige verso nord con andamento sinuoso, delimitando verso ovest la fascia delle risorgive che si spinge fino a Borgo Poncarale e a S. Zeno. In TAV.1 il limite tra alta e media pianura ricompare nell'estremo angolo nord-orientale del territorio comunale.

Il passaggio dall'alta alla media pianura è indicato anche dalla comparsa dei fontanili, in quanto in questa porzione di territorio la diminuzione della granulometria dei depositi determina un avvicinamento della superficie della falda freatica al piano campagna.

La morfologia della media pianura risulta debolmente ondulata dall'azione erosiva svolta in passato dalle acque delle risorgive. Ad ovest del territorio di Montirone (fuori carta), tra S. Zeno, Poncarale e Bagnolo Mella, è presente una depressione che corrisponde ad un antico percorso del T. Garza e presumibilmente, in tempi più antichi, del F. Mella.

3.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

I dati geotecnici disponibili, l'analisi visiva degli scavi aperti in corrispondenza delle cave site sul territorio comunale e l'osservazione delle stratigrafie dei pozzi reperite evidenziano una distribuzione piuttosto omogenea dei depositi ghiaioso-sabbiosi che raggiungono profondità minime pari ad 8-10 m. In generale si tratta di ghiaie medie e grossolane sabbiose o con sabbia e ciottolose. Lungo le pareti di cava ispezionate gli elementi litici di maggiori dimensioni raramente superano i 20 cm di diametro circa.

I terreni si presentano da moderatamente addensati ad addensati e presentano caratteristiche geotecniche da discrete a buone.

Non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

Le considerazioni appena espresse sono indicative del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni") per la realizzazione di interventi specifici sul territorio; permettono tuttavia di esprimere una valutazione di massima sull'area e di programmare le indagini geotecniche più opportune in relazione alle caratteristiche litologiche.

3.3. GEOMORFOLOGIA

Il territorio del comune di Montirone presenta caratteristiche morfologiche tipiche del settore medio-alto della pianura bresciana. I maggiori lineamenti sono rappresentati dalle incisioni entro le quali scorrono i principali corsi d'acqua e dalle modificazioni determinate dalle attività antropiche.

Il settore settentrionale del territorio comunale presenta una superficie topografica digradante verso S-SW, mentre nel settore meridionale la direzione individuabile è più decisamente rivolta verso S. Le pendenze non presentano variazioni di rilievo e sono

generalmente comprese tra il 4 ed il 6 per mille. Tale debole variazione nell'andamento della superficie topografica è legata al fatto che la porzione settentrionale del territorio comunale rappresenta la propaggine sud-occidentale dell'ampia conoide prodotta dagli scaricatori fluvio-glaciali del sistema morenico gardesano provenienti da Gavardo.

Il settore settentrionale e centrale del territorio comunale si distingue per le marcate tracce lasciate dall'attività antropica sui lineamenti morfologici originari. Infatti la monotonia della morfologia dell'alta pianura risulta interrotta localmente dalle numerose cave a "fossa", prodotte dall'attività estrattiva di ghiaia, che talora hanno raggiunto la falda acquifera.

Parte di esse ospitano cave ancora attive, altre sono state abbandonate e, talora, parzialmente riempite.

A partire dal settore a nord di località Belleguardello, infatti, sono presenti numerose depressioni legate ad attività, pregresse o tuttora attive, di escavazione della ghiaia.

Tra C.na Preselli e C.na Pradossi il profilo originario della superficie topografica è stato completamente alterato a seguito della realizzazione di alcuni laghetti per la pesca sportiva e di vasche e bacini per l'allevamento ittico. Sono presenti quattro depressioni, separate da sottili setti naturali, che intercettano la superficie piezometrica e raggiungono profondità attorno ai 12-14 m.

Pochi metri a N di C.na Preselli è presente l'unico fontanile ancora attivo in comune di Montirone. I tubi sono infissi in un canale con direzione E-W che in passato alimentava il Naviglio; attualmente, dopo la costruzione dell'autostrada A-21, tale collegamento non esiste più ed il fontanile, utilizzato come vasca per l'allevamento di trote, va ad alimentare la Seriola Molinara. In località Ponte di Montirone è presente un altro fontanile, attualmente asciutto. I due fontanili sono ubicati nella TAV. 2.

Due ampi bacini realizzati con le attività di escavazione della ghiaia sono presenti in prossimità della zona industriale di Montirone. Il primo, situato a nord della strada provinciale nr. 24, ospita gli impianti di estrazione di inerti della ditta Bettoni e fa parte dell'Ambito Territoriale Estrattivo (ATE) g 35 del Piano cave della Provincia di Brescia. La coltivazione è effettuata a fossa in acqua; la profondità massima escavabile è pari a 22 m da piano campagna.

Il secondo, denominato "Cava Bettoni ex-Canali" non è più interessato da attività estrattiva ed è stato recuperato con la realizzazione di alcuni impianti per l'utilizzo ricreativo dell'area.

A sud-est dell'abitato di Montirone, in località C.na Betulla, il Piano Cave della Provincia di Brescia individua un'ampia area estrattiva corrispondente all'ATEg36. La coltivazione prevista è a fossa in acqua; la profondità massima escavabile da piano campagna è pari a 24 m.

In località Belleguardo, nell'ambito della proprietà della Profilati Nave s.p.a., è presente una discarica di inerti e, più a sud, un impianto di stoccaggio di rifiuti pericolosi.

All'interno dell'area di proprietà delle Raffinerie Metalli Capra è presente un impianto di trattamento e recupero di rifiuti pericolosi.

Nel settore centro-orientale del territorio comunale, a NW delle Case Nuove Paradisino, si trova la ex cava Bonomelli che è stata recuperata ad uso per deposito attrezzature per escavazione.

Un'ulteriore depressione, recuperata ad uso agricolo, si trova a circa 500 m di distanza dalla stazione ferroviaria di Montirone, verso est.

In questo settore del territorio comunale va segnalata la presenza, inoltre, di un ampio scavo artificiale, realizzato in passato per intercettare la superficie piezometrica, determinando l'emergenza di acque di falda che venivano convogliate più a valle per alimentare la Fontana Cominetta e la serie di canali irrigui che da essa prendono origine. Questo scavo raggiunge profondità massime superiori a 7 m nel tratto iniziale e centrale ed ha origine circa 200 m a sud di località Belleguardello. Prosegue, poi, con direzione NW-SE, parallelamente alla linea ferroviaria Brescia-Parma fino in prossimità della cava Bonomelli, dove prende direzione E-W e va a collegarsi alla vicina Fontana Cominetta. Attualmente, in conseguenza del generale abbassamento del livello piezometrico della falda superficiale in questo settore di pianura, il canale non assolve più la sua funzione ed è alimentato da un pozzo irriguo, ubicato a circa 200 m di distanza verso nord rispetto alla stazione ferroviaria. A partire da questo punto il fondo del canale è stato impermeabilizzato, per limitare le perdite idriche dovute ad infiltrazione.

4. PERICOLOSITÀ SISMICA

4.1. INTRODUZIONE

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria evidenziata nella FIGURA 1 che costituisce uno stralcio della "Carta neotettonica dell'Italia" (Ambrosetti et al., 1987), modificata da Cassinis et alii, 1980. Il territorio di Montirone appartiene ad "un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario".

La sismicità di questa zona è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

4.2. ZONA SISMICA DI APPARTENENZA

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

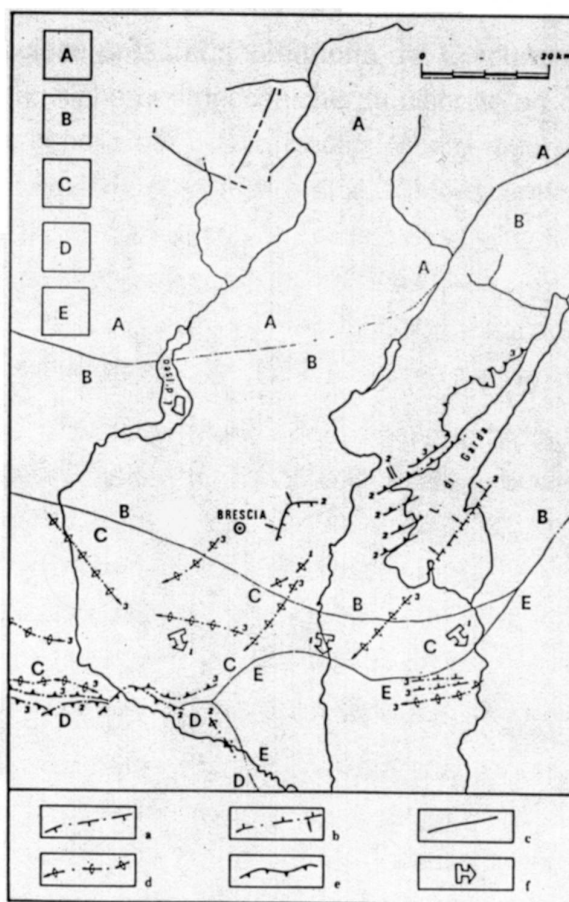
La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003. Il Comune di Montirone ricade in Zona Sismica 3.

Il 5 marzo 2008 è entrato in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 contenente la nuova normativa tecnica associata alla classificazione sismica. Tale decreto sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi durante il quale si possono utilizzare per la progettazione sia le norme del D.M. 14 gennaio 2008, sia le norme previgenti. In tal caso per i comuni in zona 3, come Montirone, si possono usare le specifiche di "sismicità bassa" (S=6).

Fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le norme del D.M. 14 gennaio 2008.

Fig. 1 – Carta neotettonica riferita al territorio bresciano

(da Cassinis G., Perotti C., Vercesi P.L. (1990) – Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca. In: Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa, Ateneo di Brescia)



– Carta neotettonica riferita al territorio bresciano (da Ambrosetti et al., semplificata).

Elementi areali: A = catena alpina interessata da un forte e all'incirca continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario. Le deformazioni avvengono per faglie normali e localmente trascorrenti; B = area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario; C = area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario; D = area caratterizzata da continuo e intenso abbassamento durante il Pliocene e il Quaternario. Deformazioni pressoché assenti o, localmente, blande per piegamento; E = area interessata da abbassamento generalizzato. Moderate deformazioni avvenute principalmente per piega, e localmente per sovrascorrimento.

Elementi lineari: a = faglia normale; b = faglia inversa; c = faglia di tipo non definito; d = asse di anticlinale; e = sovrascorrimento; f = sollevamento differenziale. Elementi che definiscono i momenti di attività neotettonica degli elementi lineari: 1 = attivo nel Pleistocene-Olocene e forse in precedenza; 2 = attivo nel Pliocene e nel Quaternario; 3 = attivo dal Pliocene (generalmente medio e superiore) al Pleistocene inferiore; 4 = attivo nel Pliocene (generalmente inferiore e medio).

4.3. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 4)

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni di tipo geologico e/o bibliografico. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate in Tabella seguente.

Sigla	Scenari di pericolosità 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	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
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 cucuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona 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

Scenari di pericolosità sismica locale

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili ai seguenti scenari, rappresentati sulla CARTA DI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tav. 4):

Amplificazione topografica

1. Zona di ciglio $H > 10$ m (bordo di cava);

Amplificazione litologica

2. Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi;

Per quanto riguarda i casi di amplificazione topografica e litologica, si rende quindi necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (F_a).

4.4. APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO**4.4.1. Effetti morfologici**

L'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008 riporta la procedura semplificata per la valutazione qualitativa degli scenari morfologici suscettibili di amplificazione sismica. Tale scenario è costituito nel territorio di Montirone da "Zona di ciglio $H > 10$ m" (bordo di cava), riconoscibile in corrispondenza dell'orlo di scarpata delle cave dismesse.

La scheda riportata nell'integrazione dell'allegato 5 (Scheda: "EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA – SCENARIO Z3a) illustra le caratteristiche morfologiche per la classificazione delle scarpate e per la valutazione del fattore di amplificazione. Nella scheda si osserva che per scarpate con altezza compresa tra 10 e 20 m il valore di F_a è pari a 1.1, per scarpate con altezza compresa tra 20 e 40 m il valore di F_a è pari a 1.2 e per scarpate con altezza maggiore di 40 m il valore di F_a è pari a 1.3.

Tale fattore di amplificazione ottenuto (F_a) dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica nazionale vigente.

Il fattore di amplificazione calcolato per le scarpate presenti in comune di Montirone risulta $F_a = 1.1 \div 1.2$ nell'intervallo 0.1-0.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore di S_t delle Norme Tecniche per le Costruzioni, che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa non è sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione

topografica presente nel sito. Il valore di St di riferimento è quello relativo alla categoria topografia T2, nella quale ricadono le scarpate individuate nel territorio di Montirone.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s	
Fa abaco	Soglia norma Categoria topografica T2
1.1 ÷ 1.2	1.2 + 0.1

Il confronto mostra come il valore di soglia sia superiore ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per il territorio di Montirone la possibile amplificazione sismica di carattere topografico risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione topografica.

4.4.2. Effetti litologici

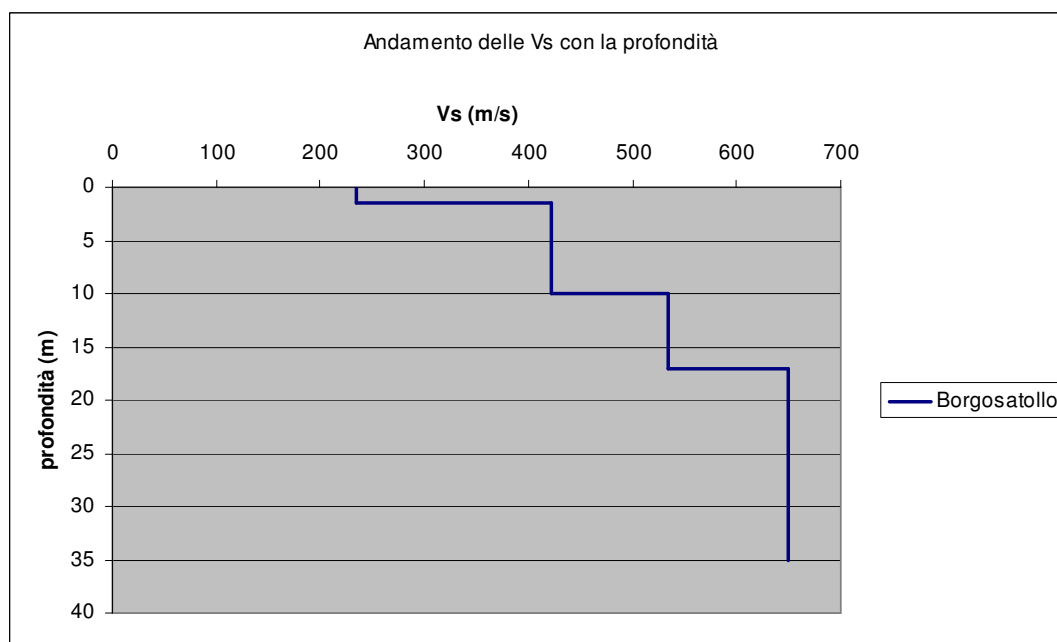
L'applicazione del 2° livello di approfondimento richiede la conoscenza di alcuni parametri, tra i quali l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s, nonché lo spessore e la velocità di ciascun sismostrato.

Tali dati sono stati reperiti da studi precedentemente realizzati in aree limitrofe con caratteristiche litologiche confrontabili, in particolare in comune di Borgosatollo e in comune di Ghedi.

I dati utilizzati per la ricostruzione del modello geofisico sono quelli riferiti all'indagine eseguita in Comune di Borgosatollo che presenta un assetto geologico-litologico simile a quello di Montirone.

Trattandosi di dati geofisici diretti, ma non rilevati sul territorio di Montirone, bensì in un territorio limitrofo confrontabile per quanto riguarda litologia e addensamento dei terreni (Borgosatollo), a questi viene assegnato un grado di attendibilità medio.

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle V_s con la profondità per le due indagini realizzate.



In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di suolo di fondazione B ($V_{s30} = 503$ m/s).

Il modello geofisico dell'area indagata indica la presenza di litotipi ghiaiosi con locali intercalazioni argillose corrispondenti a depositi fluvio-glaciali.

Sulla base del gradiente di V_s con la profondità è possibile ipotizzare che il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s) si trovi a circa 30 m di profondità da piano campagna.

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.223 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia ghiaiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.223$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.4$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.1$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Montirone per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.4	1.5 + 0.1	1.1	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che nel territorio di Montirone la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Si sottolinea inoltre che nel territorio di Montirone non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

5. SISTEMA IDROGRAFICO

La rete idrografica, riportata sulla CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (TAV. 2), è tratta dall' *Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica* (Dott. Ing. Giuseppe Rossi e Dott. Ing. Antonio Di Pasquale, 2005).

A tale elaborato si rimanda per una dettagliata descrizione dei corsi d'acqua che interessano il territorio di Montirone.

Il reticolo idrografico presente nel territorio comunale di Montirone è caratterizzato dalla presenza del Naviglio Inferiore e di una serie di seriole che derivano le proprie acque prevalentemente dallo stesso Naviglio oltre che da alcuni pozzi irrigui e da qualche fontanile presente in territorio di S. Zeno. Un elevato numero di fossi completa la rete di distribuzione delle acque di irrigazione.

I corsi d'acqua all'esterno della zona urbana presentano alvei incisi in terra, mentre nel centro abitato scorrono entro canali artificiali con sponde in muratura, localmente coperti.

Non risulta siano soggetti a eventi di piena tali da indurre fenomeni di allagamento nelle aree circostanti.

Fino ad alcuni anni or sono la Fontana Cominetta (che provenendo da Borgosatollo, lambisce località Belleguardello per poi proseguire verso sud-est fino ad entrare in territorio di Ghedi, dove confluisce nella Seriola Gheda) era alimentata nel suo tratto finale dalle acque di falda intercettate da un profondo canale artificiale, la Fontana Stazione, che partiva circa 200 m sotto località Belleguardello e proseguiva verso sud-est costeggiando la linea ferroviaria Parma-Brescia. Ora, in conseguenza dell'abbassamento generalizzato del livello di falda in questo settore della pianura, la Fontana Stazione è costantemente asciutta nel suo tratto iniziale e viene successivamente alimentata da un pozzo irriguo ubicato a N della stazione ferroviaria di Montirone, a circa 200 m di distanza.

All'esterno del comune di Montirone, lungo un'ampia fascia arcuata che da S. Zeno passa per Borgo Poncarale, Bagnolo Mella e Ghedi sono presenti i fontanili, manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. La diminuzione della permeabilità dell'acquifero superficiale induce l'avvicinamento al piano campagna del livello freatico che viene intersecato in corrispondenza di depressioni o cavità artificiali determinando l'emergenza delle acque di falda.

In territorio di Montirone le uniche testimonianze di questo fenomeno naturale sono rappresentate da un fontanile attivo ubicato nell'estremo settore settentrionale, all'interno del canale posto in prossimità di C.na Preselli.

Come già ricordato sopra, anche il profondo canale scavato a partire da località Belleguardello, fino alla confluenza con la fontana Cominetta, sfruttava la risorgenza delle acque di falda per l'approvvigionamento delle rete di canali irrigui. All'estremità opposta, in località Ponte di Montirone, è situato un canale profondo oltre 6 m che presenta al fondo un tubo posizionato in passato per facilitare la risalita delle acque di falda; anche tale canale è ora asciutto durante tutto l'arco dell'anno, a testimonianza del generale abbassamento del livello piezometrico della falda superficiale avvenuto negli anni '60 e '70.

6. IDROGEOLOGIA

6.1. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

6.1.1. Metodologia

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, nell'ambito del presente lavoro, è finalizzato principalmente alla tutela delle risorse idriche sotterranee.

L'indagine è stata condotta attraverso una prima fase di raccolta dei dati riguardanti i pozzi pubblici e privati localizzati nel territorio comunale ed in quello limitrofo. Nella Tabella 1 si riporta l'elenco dei pozzi comunali e dei principali tra quelli privati, per i quali è stato possibile risalire all'ubicazione esatta, riportata sulla CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (TAV. 2). Per alcuni di essi è stata reperita la stratigrafia dei terreni attraversati durante la perforazione che è allegata in fondo alla presente relazione.

Nella Tabella 2 è riportato l'elenco dei pozzi, situati all'esterno del territorio comunale, i cui dati stratigrafici e idraulici sono stati presi in considerazione per meglio definire la struttura idrogeologica dell'area nel suo complesso.

Nel novembre 1997 è stata condotta una campagna di misurazione del livello piezometrico in diversi pozzi presenti nel territorio comunale, distinguendo i diversi acquiferi captati. Nella Tabella 3 sono elencati tutti i punti di misura del livello di falda, con indicazione del livello statico misurato, riferito al piano campagna, e della relativa quota assoluta della falda (in m s.l.m.)

I dati piezometrici raccolti hanno consentito di elaborare le linee isopiezometriche, che rappresentano l'andamento della superficie piezometrica della falda captata dai pozzi.

Con l'ausilio delle stratigrafie dei pozzi sono state tracciate due sezioni che illustrano la struttura idrogeologica del sottosuolo.

6.1.2. Descrizione delle unità idrogeologiche e degli acquiferi contenuti

Le unità litologico-morfologiche presenti nel comune di Montirone (descritte in nel cap. 3) costituiscono altrettante unità idrogeologiche. Ad esse si aggiungono due unità idrogeologiche presenti in profondità, evidenziate dalle stratigrafie dei pozzi.

La porzione settentrionale e quella centrale del territorio comunale sono caratterizzate dall'**unità ghiaioso-sabbiosa** (F1 in TAV.2). Si tratta di ghiaie prevalenti, spesso grossolane, con livelli ciottolosi, in scarsa matrice sabbiosa. Localmente contengono intercalazioni sabbiose o limoso-argillose.

Questa unità idrogeologica è caratterizzata da alta permeabilità e contiene una falda libera che presenta buone caratteristiche di produttività. Tale falda viene alimentata dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e di quelle di alveo e di subalveo dei corsi d'acqua. La scarsità di livelli coesivi determina una bassa protezione da possibili inquinamenti; per questo motivo i tratti filtranti dei pozzi per l'approvvigionamento di acqua potabile sono stati posti alla base dell'unità, per sfruttare gli effetti depuranti derivanti dalla dispersione degli eventuali inquinanti nei livelli soprastanti.

Lo spessore di questi depositi in comune di Montirone varia generalmente da 20 a 40 m e risulta quindi ridotto rispetto a quello che gli stessi depositi assumono in territori limitrofi.

In profondità, all'unità ghiaioso-sabbiosa fa seguito l'**unità a conglomerati** costituita da conglomerati, sabbie, arenarie e ghiaie con scarse intercalazioni argillose; quest'ultima unità, che nella fascia di pianura più vicina ai rilievi montuosi presenta uno spessore notevole, qui tende ad assottigliarsi e localmente a scomparire.

Inferiormente si rinviene l'**unità Villafranchiana** che risulta costituita da depositi continentali e marini, prevalentemente coesivi, rappresentati da limi sabbiosi, limi e argille con intercalazioni di sabbie e ghiaie generalmente caratterizzate da estensione e spessori limitati. Questi orizzonti permeabili contengono falde in pressione generalmente di scarsa entità e con caratteristiche qualitative scadenti per la presenza di ferro, manganese e talora idrogeno solforato.

Il tetto di questa unità è caratterizzato da un andamento irregolare legato alla presenza di una dorsale sepolta, denominata "anticlinale di Pievedizio-Ciliverghe" responsabile della presenza dei rilievi di Pievedizio, M. Netto, Castenedolo e Ciliverghe. Il sollevamento del substrato, che sarebbe rimasto attivo fino al Pleistocene medio, ha determinato l'avvicinamento alla superficie topografica dell'unità Villafranchiana e di conseguenza è responsabile del ridotto spessore delle due unità sovrastanti.

Nel settore meridionale del territorio comunale affiora l'**unità ghiaioso-sabbiosa con intercalazioni sabbioso-limose o limoso-argillose** (F2 in TAV.2). Si tratta di sedimenti caratterizzati da una maggiore variabilità granulometrica, costituiti prevalentemente da ghiaia e sabbia con intercalazioni anche potenti di livelli limoso-sabbiosi o limoso-argillosi.

Nei sedimenti più superficiali è presente una prima falda libera, mentre in profondità i livelli a bassa permeabilità, caratterizzati da una certa continuità laterale, separano gli orizzonti acquiferi dando origine a falde semiconfinatate.

La permeabilità è globalmente media. I pozzi captano generalmente sia la falda superficiale che i livelli acquiferi semiconfinati.

L'alimentazione della falda superficiale avviene per infiltrazione diretta dalla superficie topografica, mentre l'alimentazione degli acquiferi semiconfinati avviene per infiltrazione diretta nella zona di alta pianura.

Nel settore meridionale del territorio comunale l'unità Villafranchiana si approfondisce notevolmente; infatti le stratigrafie dei pozzi non la intercettano, come evidenziato dalla sezione B-B'.

6.1.3. Descrizione delle sezioni idrogeologiche

Per illustrare l'andamento dei depositi presenti nel sottosuolo sono state elaborate due sezioni idrogeologiche, una con andamento da ovest a est (sezione A-A') e una con andamento da nord a sud (sezione B-B'), la cui traccia è riportata in TAV.2.

Nella sezione A-A', diretta da ovest a est, si può osservare la continuità dell'unità ghiaioso-sabbiosa presente in superficie. Lo spessore di questa unità diminuisce verso est, in direzione del rilievo di Castenedolo. Inferiormente si nota la presenza di livelli conglomeratici alternati a sabbie e ghiaie con intercalazioni argillose (unità a conglomerati) e poco più in profondità compaiono i potenti materiali limoso-argillosi dell'unità Villafranchiana che in prossimità del colle di Castenedolo si avvicinano alla superficie topografica (pozzo GHE1), limitando sensibilmente lo spessore e quindi la produttività dell'acquifero ghiaioso-sabbioso.

La sezione B-B', diretta da nord a sud, illustra come l'unità Villafranchiana, ben evidente nei pozzi 12 e 2, si approfondisca rapidamente sia verso nord che verso sud. In superficie si può notare nel settore centrale della sezione (pozzi 11, 12, 2 e 24) la presenza dell'unità ghiaioso-sabbiosa caratteristica dell'alta pianura che gradualmente, sia verso nord-ovest (pozzo B2) che verso sud (pozzi 23 e GHE5), passa all'unità tipica della media pianura, caratterizzata da una maggiore presenza di sabbia e di intercalazioni limose o limoso-argillose.

6.1.4. Piezometria

Nel novembre 1997 è stata da noi effettuata una campagna di misura del livello piezometrico nei pozzi pubblici e privati presenti nel territorio comunale, distinguendo il tipo di falda captata da ciascun pozzo.

I dati piezometrici raccolti hanno consentito di elaborare le linee isopiezometriche che rappresentano l'andamento della superficie piezometrica captata dai pozzi, riportate nella TAV.2.

I dati rilevati inducono a correlare il livello della falda libera, contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi presenti nel settore settentrionale del territorio comunale, con il livello delle falde semiconfinare presenti nel settore meridionale. Il comune di Montirone, come detto, si trova infatti al passaggio dai depositi tipici dell'alta pianura a quelli della media pianura e non è possibile distinguere due livelli piezometrici differenti, essendo presente una situazione di intercomunicazione tra le falde e quindi di ricarica da nord verso sud.

La superficie piezometrica presenta un dislivello di circa 18 m all'interno del territorio comunale, con una direzione di deflusso prevalente N-S.

La morfologia ed il gradiente della superficie piezometrica sono indubbiamente influenzati dalla presenza della dorsale sepolta e dalla diminuzione di permeabilità al passaggio dall'alta alla media pianura.

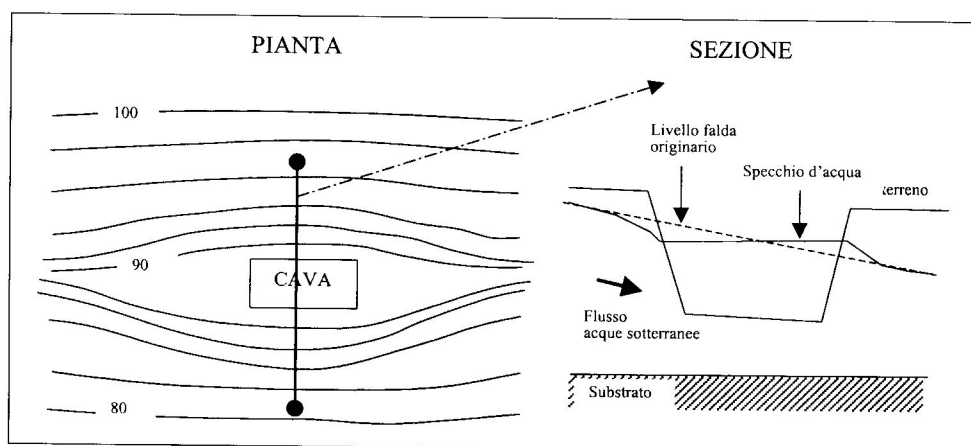
Il confronto con dati piezometrici rilevati in altri periodi evidenzia che nel novembre '97 la falda era in una situazione di magra.

La soggiacenza (profondità della falda dal piano campagna), riferita al novembre '97, risulta inferiore a 5 m all'estremità settentrionale del territorio comunale e lungo il confine meridionale. Nel settore centrale del comune, in corrispondenza dell'abitato di Montirone, la falda è situata a 7-8 m di profondità dal piano campagna e si approfondisce verso est raggiungendo i 10-11 m di profondità in località C.na Paradisino.

I dati relativi ai pozzi pubblici dei comuni limitrofi (es. Borgosatollo) indicano escursioni annue della falda non superiori a 2 metri. Questa limitata oscillazione e la ridotta soggiacenza sono connesse alla presenza dei fontanili che funzionano come valvola regolatrice del sistema idrogeologico sotterraneo.

6.1.5. Modificazioni indotte sulla superficie piezometrica dall'attività estrattiva in falda

La presenza di una cava in falda determina una deformazione della superficie piezometrica che si traduce in abbassamenti a monte e sollevamenti a valle. Queste modificazioni sono dovute alla variazione di trasmissività a cui è sottoposta l'area ove viene asportato il terreno, trasmissività che tende a valori infinitamente bassi. Questo comporta che nell'area di cava la pendenza della falda sia estremamente bassa, mentre nel tratto a monte, per compensare la maggiore portata creatasi con l'apertura dello scavo, la pendenza della falda aumenta. Nella zona di valle si crea un innalzamento analogo con una analoga pendenza di raccordo con la situazione piezometrica indisturbata, come illustrato nella figura sottostante.



Linee isopiezometriche schematiche (m s.l.m.) con le variazioni indotte dall'area di cava, in pianta (a sinistra) ed in sezione N-S (a destra)

Lo scavo induce modificazioni sulla superficie piezometrica in funzione delle dimensioni, della forma e dell'orientamento. Per quanto riguarda le dimensioni l'entità della depressione è proporzionale al perimetro dello scavo. Per l'orientamento, maggiore è l'angolo formato tra la direzione di flusso ed il massimo allungamento dello scavo, minore è l'effetto sulla piezometria, variando da un massimo impatto se l'angolo è di 180° ad un minimo con un angolo di 90° . Per la forma, quanto più lo scavo è frazionato in piccoli bacini, tanto minore è la depressione indotta.

Le modificazioni indotte dalle cave in falda determinano anche variazioni nelle direzioni di deflusso e quindi possono incidere sia sulla direzione di migrazione di eventuali inquinanti sia sulle relazioni di reciproca interferenza tra gli scavi stessi o tra scavi e pozzi.

6.1.6. Pozzi che alimentano l'acquedotto comunale

I pozzi collegati con l'acquedotto municipale sono due: il pozzo ubicato nel cortile delle Scuole Elementari (denominato "Pozzo Scuole Vecchio"), in prossimità del serbatoio, ed il pozzo costruito recentemente al margine occidentale del plesso scolastico (denominato "Pozzo Scuole Nuovo").

Un terzo pozzo di proprietà comunale si trova all'interno dell'area del campo sportivo comunale, ma non è più allacciato alla rete acquedottistica in quanto serve soltanto per l'irrigazione del campo stesso.

La rete acquedottistica comunale raggiunge ormai la quasi totalità del territorio comunale.

6.1.7. Vulnerabilità delle acque sotterranee all'inquinamento

La valutazione del grado di vulnerabilità è stata effettuata utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency).

Questa metodologia è stata dal nostro Studio applicata per la predisposizione della "Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee" della pianura bresciana, realizzata in scala 1:25.000 nell'ambito degli studi geologici per il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia.

I dati raccolti in occasione del presente studio ad una scala più adeguata, hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del P.T.C.P., pur utilizzando la medesima metodologia. I parametri su cui si basa sono i seguenti:

D = Profondità della falda

R = Ricarica della falda

A = Mezzo acquifero saturo

S = Tipo di suolo

T = Inclinazione della superficie topografica

I = Mezzo non saturo

C = Conducibilità idraulica

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo.

La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I) variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro. La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ($ID = \sum I \cdot P$). I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati da noi suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella Tabella 4.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

Tabella 4 - Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)

Nel territorio comunale sono stati individuati due ambiti che si differenziano per la soggiacenza della falda. Infatti gli altri parametri risultano omogenei su tutto il territorio. Di seguito si sintetizzano i risultati dell'applicazione del metodo.

Ambito della pianura con soggiacenza 2-5 m

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaia e sabbia	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	0- 2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaia e sabbia	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 m/s * 10 ⁻⁴	8	3	24
	TOTALE (ID)				167

L'indice Drastic risulta pari a 167 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

Ambito della pianura con soggiacenza 5-10 m

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5 -10 m	7	5	35
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaia e sabbia	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	0- 2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaia e sabbia	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 m/s * 10 ⁻⁴	8	3	24
	TOTALE (ID)				162

L'indice Drastic risulta pari a 162 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

In conclusione su tutto il territorio il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è alto

Gli ATE e le depressioni delle cave dismesse sono caratterizzate da un grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto alto, in quanto al loro interno la falda affiora o comunque la soggiacenza è ridotta e viene a mancare l'azione protettiva esplicata dal suolo. Sono state indicate a vulnerabilità molto alta anche le aree interessate da impianti di stoccaggio o di trattamento e recupero di rifiuti pericolosi, sia perché presumibilmente è stato asportato il suolo e quindi manca la sua azione protettiva, sia per segnalare la presenza di attività potenzialmente inquinanti.

Si sottolinea che la salvaguardia della falda acquifera presuppone anche la tutela della qualità delle acque superficiali, in quanto i corsi d'acqua sono più o meno direttamente in connessione con la falda freatica.

7. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

7.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI)

Il comune di Montirone non rientra nell'elenco dei comuni che tenuti a concludere l'iter di cui all'art. 18 delle N.T.A. del PAI. Infatti nel territorio di Montirone il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI) approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 non individua fenomeni legati alla franosità, alla pericolosità dei conoidi o al rischio idraulico di carattere torrentizio; inoltre non sono presenti tratti di corsi d'acqua con delimitazione delle fasce fluviali.

7.2. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BRESCIA

Per quanto riguarda il PTCP l'analisi delle Tavole di interesse geologico-ambientale ad esso allegate consente di effettuare le seguenti considerazioni.

Tavola Ambiente e Rischi - Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici

Nel territorio di Montirone sono riportate, oltre ai pozzi comunali, le aree a "vulnerabilità alta e molto alta delle acque sotterranee".

Nell'ambito del presente lavoro i dati raccolti ad una scala più adeguata hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del P.T.C.P., pur utilizzando la medesima metodologia.

Nella tavola del PTCP è inoltre riportato il reticolo idrografico tratto dalla C.T.R. Tale individuazione è superata dall'adozione da parte dell'Amministrazione comunale dello dall' *Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica* (Dott. Ing. Giuseppe Rossi e Dott. Ing. Antonio Di Pasquale, 2005) che viene recepito nelle tavole del presente lavoro.

Tavola Ambiente e Rischi - Carta Inventario dei dissesti

Nel territorio di Montirone non è riportato alcun dissesto.

Tavola Paesistica

Gli elementi geomorfologici che strutturano il paesaggio sono stati individuati con un maggiore dettaglio sulla CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 1), prodotta in scala 1:5.000.

8. CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI A SCOPO IDROPOTABILE

Zona di tutela assoluta e Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile.

Le aree sono state individuate secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). La zona di rispetto del pozzo comunale ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua tratte dallo studio *Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica* (Dott. Ing. Giuseppe Rossi e Dott. Ing. Antonio Di Pasquale, 2005).

9. CARTA DI SINTESI

Sulla CARTA DI SINTESI sono rappresentati gli elementi di fragilità individuati sul territorio. Sono cartografate quindi tutte quelle situazioni areali o puntuali che sono caratterizzate da fragilità riferita alle diverse componenti ambientali (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) e che di conseguenza possono comportare delle limitazioni nell'uso del territorio, limitazioni delle quali è necessario tener conto nella stesura del Piano di Governo del Territorio.

Di seguito vengono descritti ed analizzati tali ambiti.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto

Tutto il territorio di Montirone situato sul livello fondamentale della pianura presenta un grado di vulnerabilità alto.

Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto alto

Tali aree corrispondono alle “aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato a scopo idropotabile e/o del primo acquifero” (D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566). Sono state così definiti le gli ATE e le depressioni delle cave dismesse, in quanto al loro interno la falda affiora o comunque la soggiacenza è ridotta e viene a mancare l'azione protettiva esplicata dal suolo. Sono state indicate a vulnerabilità molto alta anche le aree interessate da impianti di stoccaggio o di trattamento e recupero di rifiuti pericolosi, sia perché presumibilmente è stato asportato il suolo e quindi manca la sua azione protettiva, sia per segnalare la presenza di attività potenzialmente inquinanti.

Ambito Territoriale Estrattivo ATEg35 e ATEg36

Discarica di inerti

Depressione di cava recuperata o in via di recupero

Impianto di stoccaggio di rifiuti pericolosi.

Impianto di trattamento e recupero di rifiuti pericolosi.

*AREE DI INTERESSE PAESISTICO-AMBIENTALE*Area a spiccata vocazione agricola con valenza ecologico-paesaggistica

Si tratta di un'ampia area situata nella porzione meridionale del territorio comunale, con attività prevalentemente agricole, di interesse ambientale e paesaggistico, caratterizzata dalla presenza di siepi e filari; frequenti sono i filari di gelso.

10. DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel territorio di Montirone di aree a differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche. Queste aree, sulla base delle limitazioni di tipo geologico in esse riscontrate, sono state attribuite a quattro classi e sono state cartografate nella CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (TAV. 6) realizzata in scala 1:5.000.

All'interno di ciascuna classe sono presenti differenti situazioni (sottoclassi) che sono state distinte sulla carta in base al tipo di controindicazione o di limitazione alla modifica della destinazione d'uso. Laddove si verifica una sovrapposizione di due o più classi o sottoclassi, questa è indicata in carta. La descrizione delle classi, per maggiore chiarezza espositiva, è effettuata a partire dalla classe che presenta maggiori limitazioni.

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Le aree classificate all'interno di questa classe presentano gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso, in relazione all'alta pericolosità/vulnerabilità.

4a - Zona di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile

La zona di tutela assoluta delle opere di captazione, prevista dal D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94), deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio e deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e a infrastrutture di servizio.

4b – Fasce di rispetto del reticolo idrico minore di competenza comunale

Vengono recepite le fasce di rispetto individuate per il reticolo idrico minore di competenza comunale (*Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica*, Dott. Ing. Giuseppe Rossi e Dott. Ing. Antonio Di Pasquale, 2005).

Al loro interno si applicano le *Norme Tecniche di Attuazione* allegate allo studio citato.

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

All'interno delle aree definite in classe 3 andranno previsti, se necessario, interventi per la mitigazione del rischio.

3a - Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

Le zone di rispetto delle captazioni comunali sono state definite mediante il criterio geometrico previsto dalle *"Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9, punto 1, lett. f del d.P.R. 24 maggio 1988, n. 236)"* (Deliberazione della G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137).

Al loro interno valgono le prescrizioni contenute al comma 4 dell'art. 94 del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152.

L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art.94 comma 5 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, è subordinata all'applicazione delle *Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*, contenute nella D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693.

Nella zona di rispetto è vietato l'utilizzo di liquami e dei materiali ad essi assimilati, ai sensi dell'art. 13 dell'Allegato 1 alla D.G.R. 21 novembre 2007 n.8/5868 (*Integrazione con modifica al programma d'azione per la tutela e risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola per le aziende localizzate in zona vulnerabile (d.lgs. n. 152/2006, art. 92 e d.m. 7 aprile 2006) approvato con deliberazione di Giunta n.8/5215 del 2 agosto 2007*), essendo il Comune di Montirone interamente compreso nell'area vulnerabile in base alla D.G.R. 11 ottobre 2006 n.8/3297 (*Nuove aree vulnerabili ai sensi del d.lgs.152/2006: criteri di designazione e individuazione*).

3b - Fascia di rispetto dei corsi d'acqua di competenza consortile.

Al suo interno si applica il Regolamento allegato allo studio *Individuazione del reticolo idrico minore e regolamento di polizia idraulica* (Dott. Ing. Giuseppe Rossi e Dott. Ing. Antonio Di Pasquale, 2005)

3c - Area caratterizzata da grado di vulnerabilità della falda sotterranea molto alto.

La realizzazione di insediamenti potenzialmente idroinquinanti è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che accerti la compatibilità

dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

É vietato l'utilizzo di liquami e dei materiali ad essi assimilati.

3d – Area di discarica.

Per le aree di discarica controllata le destinazioni d'uso del terreno sono definite nell'autorizzazione.

CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

2a - Area pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono buone; la vulnerabilità della falda è alta.

Gli interventi previsti all'interno dell'area devono essere progettati sulla base di un'indagine geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 che in particolare verifichi le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, la profondità della falda e l'escursione della stessa.

La realizzazione di insediamenti potenzialmente idroinquinanti è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

2b - Area a spiccata vocazione agricola con valenza ecologico-paesaggistica.

Si tratta di un'ampia area situata nella porzione meridionale del territorio comunale, con attività prevalentemente agricole, di interesse ambientale e paesaggistico, caratterizzata dalla presenza di siepi e filari; frequenti sono i filari di gelso.

Si consigliano interventi di tutela per i filari di gelso e interventi di tutela e di recupero verso espressioni di maggiore naturalità per le zone arboreo-arbustive presenti lungo i corsi d'acqua, con eventuale ricostituzione di alberature nei tratti nudi per ricreare la continuità lineare presente in passato e ridefinire la struttura del sistema idrografico.

La tutela e la valorizzazione dei corsi d'acqua e del patrimonio arboreo e arbustivo è di particolare importanza dal momento che nel territorio circostante l'attività antropica negli

ultimi decenni ha prodotto l'eliminazione della maggior parte degli ecosistemi naturali, con conseguente banalizzazione ecologica del territorio.

PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia della relazione geologica deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/2005, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste nel testo unico sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008)

11. CONCLUSIONI

Il comune di Montirone è ubicato nella zona di transizione dall'alta alla media pianura. I depositi sono prevalentemente ghiaioso-sabbiosi su tutto il territorio; tuttavia nel settore settentrionale attribuibile all'alta pianura sono più grossolani, mentre nella porzione meridionale aumenta la frazione sabbiosa e le intercalazioni di materiale fine diventano più frequenti.

Anche l'uso del suolo è differente: nel settore settentrionale l'attività estrattiva ha modificato sensibilmente la morfologia originaria; il territorio è inoltre interessato da attività produttive e da una serie di infrastrutture. A sud dell'abitato il territorio è invece quasi esclusivamente riservato alle attività agricole.

In tutto il territorio comunale la rete idrografica costituisce un importante elemento strutturale del paesaggio.

L'utilizzo agricolo del territorio ha determinato una progressiva rarefazione delle formazioni boscate che assumono l'aspetto di sottili strisce costituite da alberi e arbusti, sviluppate lungo i principali corsi d'acqua.

Dal punto di vista geotecnico i depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi presentano, al di sotto della copertura pedologica, discrete caratteristiche geotecniche.

L'analisi sismica effettuata ha evidenziato che la possibile amplificazione sismica dovuta a fattori litologici o morfologici risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

I depositi ghiaioso-sabbiosi contengono una falda acquifera che presenta discrete caratteristiche di produttività. Tale falda viene alimentata dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e di quelle di alveo e di subalveo dei corsi d'acqua.

La scarsità di livelli a bassa permeabilità all'interno dei depositi ghiaioso-sabbiosi determina una ridotta protezione da possibili inquinamenti; ne deriva che in tutto il territorio di Montirone la vulnerabilità della falda acquifera è alta e diventa molto alta in corrispondenza degli Ambiti Territoriali estrattivi e delle depressioni di cave dismesse, in quanto al loro interno la falda affiora o comunque la soggiacenza è ridotta e viene a mancare l'azione protettiva esplicata dal suolo.

Si sottolinea che la falda freatica, nonostante l'alto grado di vulnerabilità, presenta caratteristiche chimiche globalmente abbastanza buone e quindi, considerata anche la discreta potenzialità, costituisce una preziosa risorsa, non solo per il comune di Montirone, ma anche per quelli situati più a sud.

Brescia, novembre 2008

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli