

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.

L.R. 11-03-2005 n° 12 _ D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1566

RELAZIONE

Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
Delibera di Approvazione del C.C. num. 12 del 15/03/2010

Adozione Delibera del C.C. num. 58 del 28/09/2009

Approvazione Delibera del C.C. num. 12 del 15/03/2010

Il Sindaco
O. Bragonzi

Il geologo
Dr. Giuseppe Malerba

Il Segretario Comunale
Dr. F. Ruggeri

Marzo 2010

SOMMARIO

STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T. DEL COMUNE DI MONTODINE

PREMESSA	p. 1
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE (TAV. 1, SCALA 1:25.000)	p. 5
1.1 Il sistema paesistico ambientale	p. 5
1.1.1 Fattori antropici	p. 5
1.1.2 Le componenti del sistema paesistico ambientale	p. 6
1.1.3 I caratteri del paesaggio agricolo	p. 6
1.1.4 I caratteri del paesaggio urbano	p. 7
1.2 Analisi della cartografia storica	p. 8
Allegati:	
Tav. 1: Carta di inquadramento territoriale con indicazione delle tracce di sezioni idrogeologiche	
Serie Cartografica Storica	
Tav. 1a : Tavoletta I.G.M. 1889/1890	
Tav. 1b : Tavoletta I.G.M. 1921	
Tav. 1c : Tavoletta I.G.M. 1935	
Tav. 1d : Tavoletta I.G.M. 1975	
2. CARTA GEOLOGICA E MORFOLOGICA (TAV.2, SCALA 1:10.000) – CARTA LITOLOGICA DI SUPERFICIE (TAV.2a, SCALA 1:10.000) – CARTA PEDOLOGICA (TAV.2b, SCALA 1:10.000)	p. 10
2.1 Introduzione	p. 10
2.2 Aspetti geologici (Tav.2 – Scala 1:10.000)	p. 11
2.2.1 Lineamenti geologici generali	p. 11
2.2.2 Formazioni geologiche affioranti nell'area	p. 12
2.3 Aspetti geomorfologici (Tav.2 – Scala 1:10.000)	p. 13
2.3.1 Lineamenti geomorfologici generali	p. 13
2.3.2 Modalità di realizzazione delle curve isoipse	p. 16
2.4 Aspetti litologici di superficie (Tav.2a – Scala 1:10.000)	p. 18
2.4.1 Premessa	p. 18

2.4.2	Distribuzione delle unità litologiche	p. 19
2.4.3	Descrizione delle unità litologiche	p. 20
2.5	Aspetti pedologici (Tav.2b – Scala 1:10.000)	p. 22
2.5.1	Premessa	p. 22
2.5.2	Descrizione delle unità cartografiche	p. 23
•	Bibliografia	p. 30
3.	CARTA IDROGRAFICA ED IDROGEOLOGICA (TAV. 3, SCALA 1:10.000)	p. 31
3.1	Premessa	p. 31
3.2	Aspetti idrografici (Tav.3, Tav. 3a – Scala 1:10.000)	p. 32
3.2.1	Reticolo idrografico principale	p. 32
3.2.1.1	Inquadramento generale del Bacino del Fiume Serio	p. 32
3.2.1.2	Inquadramento generale del Bacino del Fiume Adda	p. 34
3.2.2	Reticolo idrografico secondario	p. 35
3.2.2.1	I Compensori irrigui	p. 40
3.2.3	Individuazione delle criticità idrauliche	p. 42
	Schede identificative delle criticità idrauliche rilevate nel Comune di Montodine	p. 45
3.2.4	Analisi delle esondazioni storiche	p. 49
3.2.4.1	Evento alluvionale del 22 settembre 1979	p. 51
3.2.4.2	Evento alluvionale del 26 novembre 2002	p. 54
3.2.4.3	Indicazioni conclusive	p. 59
	Schede per il censimento delle esondazioni storiche	p. 61
3.2.5	Aree a rischio di inondazione (Tav. 3a – Scala 1:10.000)	p. 66
3.2.5.1	Premessa	p. 66
3.2.5.2	Definizione del rischio	p. 67
3.2.5.3	Metodologia	p. 68
3.2.5.4	Classificazione delle aree a rischio di inondazione	p. 70
3.3	Aspetti idrogeologici (Tav.3, Tav. 3c – Scala 1:10.000)	p. 75
3.3.1	Modalità di realizzazione della rete piezometrica	p. 75
3.3.2	Sezioni idrogeologiche (All. 3b)	p. 76
3.3.3	Geologia degli Acquiferi Padani	p. 79
3.3.4	Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero freatico - Metodo G.O.D. (Tav. 3c)	p. 82
•	Bibliografia	p. 85

Allegati:

Allegato 3b

All. 3b1 Sezione idrogeologica A – A’

All. 3b2 Sezione idrogeologica B – B’

All. 3b3 Sezione idrogeologica C – C’

Allegato 3d

Colonne litostratigrafiche dei pozzi pubblici e privati dell’area in esame

Elenco dei pozzi privati dell’area in esame

4. CARTA GEOLOGICO – TECNICA (TAV. 4, SCALA 1:10.000)	p. 88
4.1 Premessa	p. 88
4.2 Modalità di espressione del giudizio sintetico relativo alle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni	p. 90
4.3 Principali risultati emersi	p. 92
4.4 Considerazioni conclusive	p. 93
• Bibliografia	p. 96

Allegati:

Allegato 4a

Diagrammi relativi alle indagini penetrometriche statiche C.P.T. eseguite ex - novo

Allegato 4b

Stratigrafie interpretative di dettaglio dei dati stratigrafici e geomeccanici dei terreni indagati mediante C.P.T., S.C.P.T. e sondaggio, riportate in forma schematica nella Tavola 4

5. CARTA DELLA PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE (TAV. 5, SCALA 1:10.000)	p. 97
5.1 Premessa	p. 97
5.2 Definizione del rischio	p. 98
5.3 Metodologia	p. 99
5.4 Applicazione della metodologia al territorio comunale	p.101
5.5 Considerazioni conclusive	p.106
• Bibliografia	p.107
6. CARTA DEI VINCOLI (TAV. 6, SCALA 1:10.000)	p.108
6.1 Aree soggette a regime di tutela nazionale e regionale	p.108
6.2 Aree soggette a regime di tutela derivante dalla pianificazione di Bacino	p.114
6.3 Aree soggette a regime di tutela provinciale	p.117
• Bibliografia	p.118

7. CARTA DI SINTESI (TAV. 7, SCALA 1:10.000)	p.119
7.1 Premessa	p.119
7.2 Vulnerabilità idrogeologica	p.119
7.3 Vulnerabilità idraulica	p.119
7.4 Elementi geologico – tecnici	p.120
7.5 Aree soggette a vincolo paesaggistico	p.120
7.6 Conclusioni	p.121
8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO E CLASSI DI FATTIBILITA' (TAV. 8, SCALA 1:10.000)	p.122
8.1 Premessa	p.122
8.2 Fase 1: attribuzione delle classi di ingresso alle classi di fattibilità	p.122
8.3 Fase 2: attribuzione delle classi di fattibilità delle azioni di piano	p.124
8.4 Prescrizioni e tabella sintetica	p.126
9. CARATTERISTICHE CLIMATICHE	p.132
9.1 Clima	p.132
• Bibliografia	p.136

TAVOLE FUORI TESTO

Tav. 2: Carta geologica e morfologica (scala 1:10.000)

Tav. 2 a: Carta litologica di superficie (scala 1: 10.000)

Tav. 2 b: Carta pedologica (scala 1: 10.000)

Tav. 3: Carta idrografica ed idrogeologica (scala 1: 10.000)

Tav. 3 a: Carta del rischio di inondazione (scala 1:10.000)

Tav. 3 c: Carta della vulnerabilità dell'acquifero freatico–Metodo G.O.D. (scala 1: 10.000)

Tav. 4: Carta geologico – tecnica (scala 1: 10.000)

Tav. 5: Carta della pericolosità sismica locale (scala 1: 10.000)

Tav. 6: Carta dei vincoli (scala 1: 10.000)

Tav. 7: Carta di sintesi (scala 1: 10.000)

Tav. 7a: Carta di sintesi (scala 1: 5.000)

Tav. 8: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità (scala 1: 10.000)

Tav. 8a: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità (scala 1: 5.000)

STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T. DEL COMUNE DI MONTODINE

PREMESSA

Il presente studio geologico viene redatto in conformità a quanto disposto dalla recente L.R. 11 marzo 2005 n° 12 *“Legge per il governo del territorio”*, pubblicata sul 1° Supplemento Ordinario al B.U.R.L. (Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia) n° 11 del 16 marzo 2005.

La nuova legge introduce una riforma nella disciplina urbanistica, definendo forme e modalità di esercizio delle competenze spettanti alla Regione ed agli Enti Locali.

A livello comunale la pianificazione si attua attraverso un nuovo strumento urbanistico definito *“Piano di Governo del Territorio (P.G.T.)”*, articolato in tre atti (art. 7 – comma 1): il documento di piano, il piano dei servizi, il piano delle regole.

L’assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale, ai sensi dell’art. 57 – comma 1, viene definito all’interno del documento di piano, mentre nel piano delle regole devono essere recepite le prescrizioni di strumenti di pianificazione a livello sovracomunale (PTCP, Piani di Bacino), nonché definite le norme relative alle aree soggette a situazioni di pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica.

Gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali hanno seguito fino ad ora le direttive emanate in anni successivi dalla Giunta Regionale, dalla D.G.R. 18 maggio 1993 n° 5/36147 alle D.G.R. 6 agosto 1998 n° 6/37918 e D.G.R. 29 ottobre 2001 n° 7/6645, queste ultime emanate ai sensi dell’art. 3 della L.R. 24 novembre 1997 n° 41 *“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”*.

Con la L.R. 12/2005 è stata stabilita l’abrogazione della L.R. 41/97 (art. 104 – lett. x) e di conseguenza risultano decadere tutte le direttive tecniche ad essa riferite; queste sono state sostituite dai nuovi criteri di attuazione della L.R. 12/2005, ai sensi dell’art. 57 – comma 1 – lett. a, approvati dalla Giunta Regionale con D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566: *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005 n. 12”*, pubblicata sul 3° Supplemento Straordinario al B.U.R.L. n° 3 del 19 gennaio 2006.

I criteri attuativi della legge per il governo del territorio forniscono agli Enti Locali, ed ai professionisti incaricati della redazione degli studi di cui all’oggetto, le linee guida, le metodologie

e gli indirizzi applicativi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.).

La nuova direttiva approfondisce alcuni aspetti che riguardano l'analisi del rischio sismico, integrando le indicazioni relative all'azione sismica con i criteri e le metodologie definite dal D.M. 14 settembre 2005 "*Norme tecniche per le costruzioni*", testo unico che rinnova l'intera materia e che prevede la revisione del D.M. 11 marzo 1988.

Gli incarichi professionali per la redazione dello studio geologico, affidati dalle Amministrazioni Comunali successivamente alla pubblicazione sul B.U.R.L. della sopra citata direttiva, dovranno pertanto essere condotti secondo i nuovi criteri, che sostituiscono interamente sia i criteri applicativi della precedente D.G.R. 29 ottobre 2001 n° 6/6645 "*Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97*", sia le indicazioni della D.G.R. 11 dicembre 2001 n° 7/7365 "*Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n. 183*".

Si riporta di seguito un breve stralcio della parte introduttiva della nuova direttiva regionale:

"...Ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della l.r. 12/05, nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a). Considerato l'iter di approvazione previsto dall'art. 13 della stessa l.r. 12/05, al fine di consentire alle Province la verifica di compatibilità della componente geologica del P.G.T. con il proprio PTCP, il Documento di Piano deve contenere lo studio geologico nel suo complesso, redatto ai sensi del presente atto.

Le fasi di sintesi / valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità delle azioni di piano e delle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della l.r. 12/05, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate."

Il Comune di Montodine rientra nel caso c) relativamente al paragrafo "Ambito di applicazione della direttiva", ovvero presenta uno studio geologico esteso all'intero territorio comunale realizzato prima dell'entrata in vigore della L.R. 41/97, ritenuto conforme alle direttive regionali di cui all'art. 3 della stessa (con D.G.R. 6 agosto 1998 n° 6/37920), e che non ha successivamente più provveduto ad aggiornare.

Il precedente "Studio geologico per la pianificazione del territorio comunale" del Comune di Montodine, redatto nel marzo 1995 in conformità ai criteri espressi nella D.G.R. 18 maggio 1993 n°

5/36147, è stato l'unico elaborato di supporto alla pianificazione comunale, tra i 115 comuni della Provincia di Cremona, ad essere ritenuto conforme alle direttive regionali allora vigenti.

La metodologia seguita nel presente lavoro si basa su tre fasi successive:

- Fase di analisi, basata su un processo di ricerca storica e sintesi bibliografica e compilativa, integrato dai dati di riferimento contenuti nel Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) della Regione Lombardia (di cui all'Allegato 1 della direttiva), che ha permesso, in seguito all'analisi degli aspetti geologici, geomorfologici, litologici, pedologici, idrogeologici, idrografici, geotecnici, ambientali e vincolistici, di predisporre una cartografia di inquadramento;
- Fase di sintesi e valutazione, che ha portato alla realizzazione di una Carta dei Vincoli di natura "geologico – ambientale" presenti sul territorio e di una Carta di Sintesi degli elementi emersi nella fase precedente, attraverso la suddivisione dell'intero territorio comunale in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologico – geotecnica e della vulnerabilità idraulica – idrogeologica;
- Fase di proposta finale, nella quale, attraverso la valutazione incrociata degli elementi indicati nella Carta di Sintesi e dei fattori ambientali ed antropici peculiari del territorio, si giunge all'attribuzione delle Classi di Fattibilità geologica e alla redazione della Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, nella quale vengono indicate le aree ad ugual grado di rischio geologico – geotecnico e/o idraulico – idrogeologico e definite le prescrizioni relativamente alle destinazioni d'uso del territorio.

I dati ottenuti nelle tre fasi di lavoro sono stati rappresentati nelle seguenti carte tematiche:

- Tav. 1: Carta di inquadramento territoriale (scala 1: 25.000)
- Tav. 2: Carta geologica e morfologica (scala 1:10.000)
- Tav. 2 a: Carta litologica di superficie (scala 1: 10.000)
- Tav. 2 b: Carta pedologica (scala 1: 10.000)
- Tav. 3: Carta idrografica ed idrogeologica (scala 1: 10.000)
- Tav. 3 a: Carta del rischio di inondazione (scala 1:10.000)
- All. 3 b: Sezioni idrogeologiche
- Tav. 3 c: Carta della vulnerabilità dell'acquifero freatico–Metodo G.O.D. (scala 1: 10.000)
- Tav. 4: Carta geologico – tecnica (scala 1: 10.000)
- Tav. 5: Carta della pericolosità sismica locale (scala 1: 10.000)
- Tav. 6: Carta dei vincoli (scala 1: 10.000)

- Tav. 7: Carta di sintesi (scala 1: 10.000)
- Tav. 7a: Carta di sintesi (scala 1: 5.000)
- Tav. 8: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità (scala 1: 10.000)
- Tav. 8a: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità (scala 1: 5.000).

Nella realizzazione dell'apparato cartografico allegato allo studio, ci si è avvalsi delle seguenti basi cartografiche:

- Cartografia I.G.M.:
F 60 IV NE Tavoleta "Cavenago d'Adda" (scala 1: 25.000)
F 60 I NO Tavoleta "Castelleone" (scala 1: 25.000)
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.), scala 1 : 10.000, volo 1994:
Sezione C7b1 "Credera Rubbiano"
Sezione C7b2 "Turano Lodigiano"
Sezione C7c1 "Castelleone"
Sezione C7c2 "San Bassano"

Si sottolinea che l'adozione dello studio geologico da parte del Comune committente costituisce riferimento tecnico per gli adempimenti relativi alla pianificazione del territorio, al fine di porre le premesse per la conservazione degli equilibri esistenti e per la costituzione di nuovi equilibri tra uomo e ambiente.

Il presente studio è stato redatto facendo riferimento alle vigenti normative statali e regionali nel campo della difesa del suolo e della tutela ambientale e del territorio, e condotto in modo tale da analizzare tutte le tematiche e le situazioni di rischio geologico riscontrate nell'ambito comunale.

Non si esclude che nel corso dello studio possano emergere particolari tematiche per le quali potrà in futuro essere richiesto un maggior grado di approfondimento delle indagini; si ritiene tuttavia che esso possa comunque costituire una base di riferimento e di inquadramento.

A conclusione di questa nota introduttiva si ritiene opportuno sottolineare l'importanza sempre maggiore che sta assumendo la valutazione del rischio sismico all'interno del territorio, come dimostrano le recenti norme sulle costruzioni ed i criteri di attuazione della L.R. 12/2005 in precedenza descritti, i quali recepiscono in toto le nuove indicazioni relative all'azione sismica, sia

nella fase di pianificazione che di progettazione, specificandone gli effetti a livello comunale (microzonazione sismica) sulla base dell'attuale classificazione sismica del territorio regionale.

L'argomento, insieme alle novità introdotte dalle attuali direttive, verrà ampiamente sviluppato nel Capitolo 5 "Carta della pericolosità sismica locale".

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE (TAV. 1, SCALA 1 : 25.000)

Il Comune di Montodine è situato nella parte centro – occidentale della Provincia di Cremona e si estende su una superficie di circa 11.82 Km²; confina ad ovest con il Comune di Moscazzano, a nord con i Comuni di Ripalta Guerina e Ripalta Arpina, ad est con il Comune di Ripalta Arpina, a sud con il Comune di Bertonico, Provincia di Lodi.

1.1 IL SISTEMA PAESISTICO – AMBIENTALE

Il territorio comunale di Montodine evidenzia i caratteri costitutivi tipici dell'ambiente fluviale, caratterizzato dalla presenza dei fiumi Adda e Serio e delle rispettive valli alluvionali.

Il sistema del paesaggio corrisponde alla piana fluvioglaciale e fluviale costituente il Livello Fondamentale della Pianura ed i solchi vallivi dei due principali corsi d'acqua, caratterizzati da scarpate morfologiche che delimitano i ripiani alluvionali terrazzati e da evidenti tracce di meandri abbandonati che presentano la tipica forma lobata.

Nel processo di costruzione del territorio l'azione delle acque ha svolto un ruolo fondamentale.

Le grandi variazioni climatiche succedutesi nel corso del Quaternario, che hanno dato luogo in più riprese alla formazione di vasti ghiacciai continentali ed al loro successivo scioglimento, hanno originato imponenti fenomeni di trasporto dei sedimenti mobilitati dai ghiacciai e la loro deposizione verso l'asse del Po.

La stabilizzazione delle condizioni climatiche ha provocato il rimaneggiamento degli stessi sedimenti, con fenomeni di trasporto e deposizione su scala di gran lunga minore rispetto ai periodi precedenti, con la successiva formazione delle attuali strutture fluviali.

1.1.1 FATTORI ANTROPICI

Con l'espressione "fattori antropici" si usa indicare l'insieme di interventi operati dall'uomo che hanno portato a modificazioni del territorio e del paesaggio.

Nella Pianura Padana, estremamente favorevole all'insediamento umano, le trasformazioni antropiche sono state pervasive: le opere di bonifica e di regimazione idraulica, i nuclei storici e gli insediamenti sparsi, le opere romane e la trama dei percorsi storici di epoca tardo medievale, oltre a testimoniare la storia dell'uomo, documentano la conquista dello spazio naturale.

Un esempio di questa testimonianza è sicuramente costituito dalle cascine, elemento strutturante del paesaggio agricolo presente in modo omogeneo in tutta la pianura.

1.1.2 LE COMPONENTI DEL SISTEMA PAESISTICO – AMBIENTALE

Il territorio comunale appartiene all'ambito geografico "Cremasco", che occupa la porzione nord – occidentale della Provincia di Cremona, compresa tra il corso del Fiume Adda ed un vasto lembo oltre la sponda sinistra del Fiume Serio.

Sulla base degli aspetti paesistici ed ambientali della Provincia di Cremona è possibile riconoscere le tipologie di paesaggio della bassa pianura individuate nel Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.), ovvero il paesaggio delle fasce fluviali ed il paesaggio della pianura irrigua ad orientamento cerealicolo.

Alla prima tipologia appartiene il territorio occupato dalle valli dei fiumi principali e dalla rete di acque che essi formano, costituendo il fondamento ordinatore della pianura sia in senso naturale che antropico, delimitando ambiti geografici e insediamenti.

Nonostante i successivi interventi antropici di controllo e regimazione, tutte le valli fluviali di pianura conservano forti e unici caratteri di naturalità (lanche, mortizze, isole fluviali, boschi ripariali, greti, zone umide...).

Gli insediamenti nella golena sono evidentemente rarefatti per i rischi che tale localizzazione comporterebbe; molti si allineano sui bordi dei terrazzi laddove il fiume si mantiene ancora entro limiti naturali, altri invece sono custoditi da alti e ripetuti argini.

Di solito sono ubicati nei punti che nei secoli hanno costituito un luogo di transito della valle (ponti, guadi, traghetti) e sono molti i casi di borghi accoppiati, ognuno sulla propria sponda.

Alla seconda tipologia appartiene la porzione centro – orientale della pianura, testimonianza della vocazione agricola che interessa l'intero territorio regionale.

1.1.3 I CARATTERI DEL PAESAGGIO AGRICOLO

Il principale responsabile dei cambiamenti subiti dal paesaggio provinciale è indubbiamente l'agricoltura, a causa della presenza storica, della superficie utilizzata e dei processi produttivi e mercantili.

Anteriormente alla massiccia opera di colonizzazione e bonifica, protrattasi per secoli, che ha portato alla definizione del paesaggio attuale, la pianura era occupata dalla foresta planiziale, di cui oggi rimangono rare testimonianze, generalmente situate in prossimità di corsi d'acqua o di aree non toccate dall'antropizzazione del territorio.

Elemento caratterizzante gli ambienti di pianura, l'acqua, con la sua presenza sotterranea o subaerea, individua le stazioni vegetali tipiche della pianura con un fitto intreccio di rogge, cavi e canali artificiali che si sviluppano sull'intero territorio.

Lungo i corsi d'acqua secondari, le strade campestri e gli elementi di parcellizzazione dei campi si è consolidata la tendenza all'abbattimento dei filari alberati superstiti, tendenza diffusasi a causa della perdita di interesse economico degli stessi, della possibile competizione nutrizionale con le colture di campo e dell'ostacolo alla meccanizzazione agricola.

Questa logica ha portato alla perdita di quelle specie che agli inizi del secolo scorso costituivano una fonte di reddito, come il gelso, e alla progressiva scomparsa di quelle utilizzate tradizionalmente nel consolidamento delle sponde e delle scarpate, come gli ontani.

La tendenza al "disboscamento" viene spesso combattuta con l'impianto di specie ad elevato tasso di crescita, e quindi di rilevante interesse economico come i pioppi ibridi, ma di dubbio valore paesaggistico.

La lettura della cartografia C.T.R., unita al confronto con quella delle serie storiche delle Tavole I.G.M. alla scala 1: 25.000, sintetizza efficacemente questo impoverimento.

La cascina costituisce un elemento caratteristico del paesaggio agricolo lombardo, e presenta caratteri peculiari variabili con le tecniche costruttive, le dimensioni fondiari e la tipologia di utilizzo.

In territorio cremasco nella "cassina" prevalgono unità poderali di limitate dimensioni a base familiare, funge da abitazione ed è costituita da corpi di fabbrica giustapposti con la presenza di un porticato antistante.

Il territorio non urbanizzato è quasi completamente addomesticato alle forme di conduzione agricola di tipo industriale; i cambiamenti colturali, inoltre, legati alla meccanizzazione agraria e alla diffusione della cerealicoltura, hanno notevolmente impoverito la varietà del paesaggio agricolo.

1.1.4 I CARATTERI DEL PAESAGGIO URBANO

Anche per il paesaggio urbano sono stati molti i fenomeni che nel tempo hanno influenzato l'organizzazione dei centri abitati; i forti spostamenti di abitanti dalle campagne alle città è stato nella pianura cremasca più discreto e meno pervasivo rispetto ad altre realtà territoriali.

La crescita edilizia degli ultimi decenni è stata relativamente contenuta intorno ai maggiori centri urbani; le fasce tra un centro urbano e l'altro si configurano per un'edificazione a bassa densità e con forte varietà tipologica. Gli edifici mono – bifamiliari si affiancano ai fabbricati di carattere

produttivo o commerciale senza alcun tipo di legame tipologico reciproco e senza legame con gli elementi storici presenti.

Lo sviluppo del sistema delle infrastrutture stradali, che fungono da sempre da direttrici di attrazione industriale e residenziale, ha interessato principalmente le aree contigue ai centri abitati e soprattutto le zone commerciali ed industriali che necessitano di massimizzare la loro accessibilità.

Il sistema viario ad alta percorrenza della provincia è orientato in prevalenza in direzione trasversale rispetto agli ambiti dei fiumi principali, che si sono conservati in una dimensione seminaturale di grande valore paesaggistico.

1.2 ANALISI DELLA CARTOGRAFIA STORICA

L'evoluzione del territorio comunale può essere rilevata tramite l'analisi della serie storica delle Tavolette I.G.M. alla scala 1:25.000; per il confronto con la situazione attuale si è utilizzata la cartografia C.T.R. alla scala 1: 10.000 edita dalla Regione Lombardia, edizione 1994.

Gli strati della serie storica I.G.M., che comprendono il periodo compreso tra il 1889 ed il 1975, di seguito prodotti in allegato, sono stati ricavati per l'intero territorio comunale di Montodine ed aree limitrofe mediante l'unione delle Tavolette "Cavenago d'Adda" e "Castelleone"; essi comprendono le seguenti edizioni:

- Tav. 1a: edizione anno 1889 / 1890
- Tav. 1b: edizione anno 1921
- Tav. 1c: edizione anno 1935
- Tav. 1d: edizione anno 1975

L'edizione riferita all'anno 1975 è relativa solamente alla Tavoletta "Castelleone" in quanto a tale data non è presente alcun aggiornamento della Tavoletta "Cavenago d'Adda", la cui ultima edizione risale al 1935.

L'analisi della cartografia storica porta alle seguenti osservazioni.

- Le differenze più evidenti rispetto all'attuale assetto territoriale sono da imputarsi all'evoluzione morfologica dell'alveo dei Fiumi Adda e Serio, le cui divagazioni meandriche hanno interessato in particolare la zona di confluenza; dalla levata del 1889 si evince la presenza di un meandro abduano che si accentua negli anni in forma e dimensione traslando verso nord ed adoperando una cattura fluviale nei confronti del tratto terminale del Serio, che di conseguenza vede lo sbocco, originariamente alla latitudine dell'insediamento di Bocca di Serio, spostarsi di circa 800 m verso nord – ovest. Tale situazione permane ancora sino al 1935, mentre già a metà

degli anni '50 (dati provenienti dal S.I.T. della Regione Lombardia, volo GAI 1954/55) un naturale fenomeno di salto di meandro ha portato ad un accorciamento dell'alveo dell'Adda ed una conseguente traslazione della confluenza del Serio verso sud – est, circa in corrispondenza della sua antica bocca, condizione che permane tuttora ma che la dinamica fluviale indica in continua evoluzione. Tale modifica nel tracciato ha apportato uno spostamento verso sud – est anche dell'immissione in Adda di uno dei suoi maggiori colatori all'interno di questa porzione di territorio provinciale, ovvero la Roggia Vedescola. Per quanto riguarda l'alveo del Fiume Serio a monte della confluenza, si denota un accentuato aumento della sinuosità e del meandreggiamento, a testimonianza di un'attiva azione erosiva laterale, a partire dal 1935 nelle aree non urbanizzate, mentre in corrispondenza del centro abitato di Montodine l'andamento è pressoché lo stesso, con una sezione trasversale del letto di magra che in alcuni tratti è circa la metà di quella rappresentata nella levata del 1890, in funzione delle variazioni nel regime idrologico e nelle portate che lo hanno caratterizzato nel corso del tempo.

- Legato all'assetto morfologico del Fiume Adda risulta anche il confine amministrativo comunale, e di conseguenza il limite provinciale; questo sino all'edizione del 1921 non segue il percorso del corso d'acqua a quella data, al punto che alcune aree in destra idrografica rientrano nel territorio comunale di Montodine. Dall'edizione del 1935 il confine viene individuato dalla linea di mezzeria dell'alveo dell'Adda a quella data e tale rimane attualmente, nonostante la migrazione verso sud del suo tracciato in seguito al sopra menzionato salto di meandro.
- Gli agglomerati presenti già nelle levate del 1889 e del 1890, ovvero la maggior parte del centro abitato di Montodine, le cascate Boccaserio, Saragozza, San Zenone, Colombare e Giardino, hanno visto nel tempo uno sviluppo edilizio, particolarmente esteso in corrispondenza dell'abitato in sponda destra del Fiume Serio, progressivamente in espansione verso ovest. Accanto a tali insediamenti, solamente la cartografia C.T.R. del 1994 segnala la presenza di altre due aree edificate, rispettivamente ad ovest del centro abitato meridionale di Montodine ed a nord – est rispetto l'abitato di Boccaserio.
- La viabilità principale è rimasta sostanzialmente immutata dal 1889 ad oggi, mentre si registra una sensibile variazione nelle coltivazioni più diffuse, dove estese superfici coltivate a vite sono state nel tempo sostituite da colture cerealicole.





REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 11-03-2005 n° 12, D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1668

CARTOGRAFIA DI
INQUADRAMENTO

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
ANNO 1889 / 1890

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1a

Luglio 2006

Il Geologo
Dr. Giuseppe Malerba



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n° 12 _ D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1668

CARTOGRAFIA DI
 INQUADRAMENTO

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
 ANNO 1921

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1b

Luglio 2006

Il Geologo
 Dr. Giuseppe Malerba



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n° 12 _ D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1588

CARTOGRAFIA DI
 INQUADRAMENTO

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
 ANNO 1935

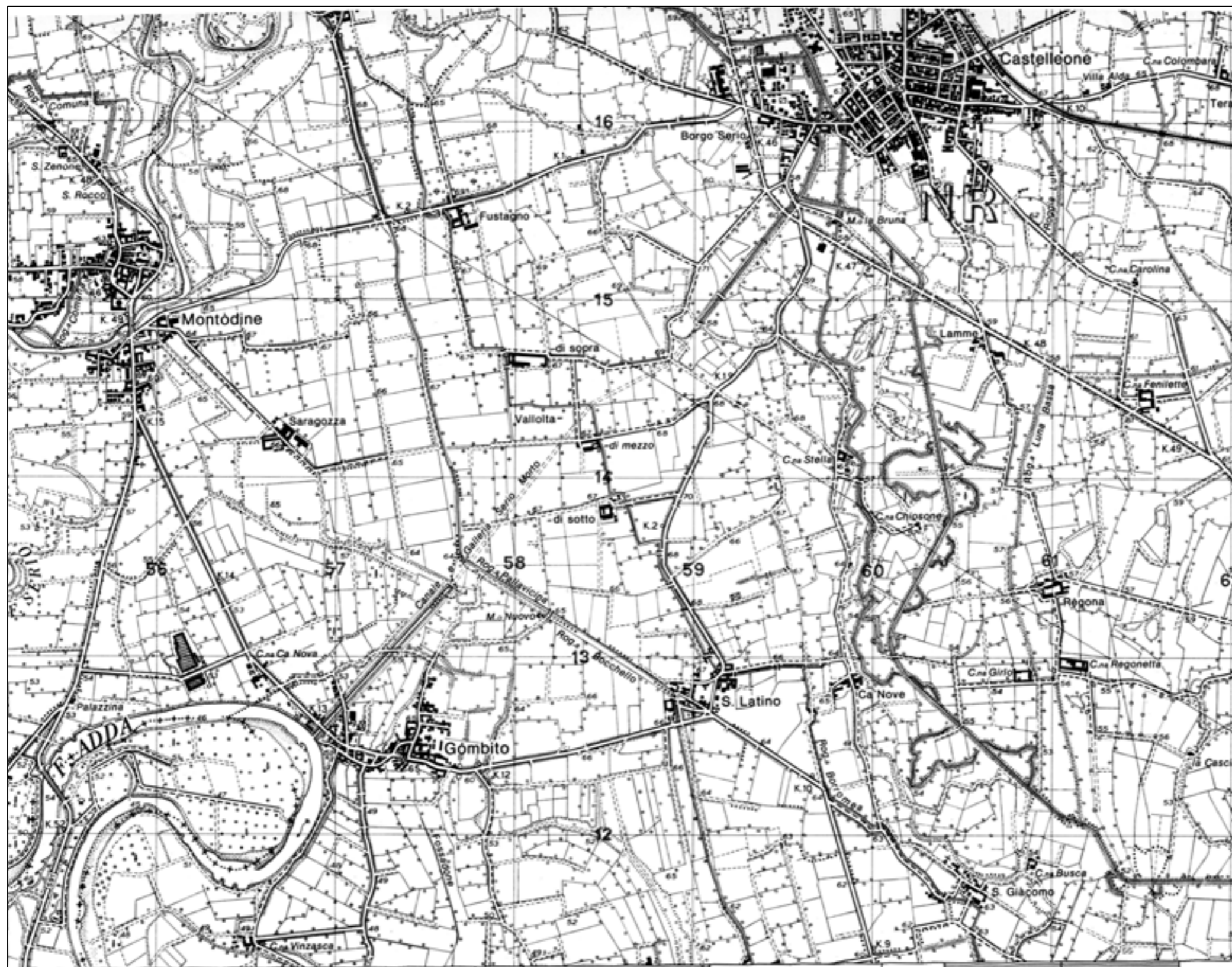
TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1c

Luglio 2006

Il Geologo
 Dr. Giuseppe Malerba



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n° 12 _D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1586

CARTOGRAFIA DI
 INQUADRAMENTO

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
 ANNO 1975

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1d

Luglio 2006

Il Geologo
 Dr. Giuseppe Malerba

2. CARTA GEOLOGICA E MORFOLOGICA (TAV. 2, SCALA 1:10.000) – CARTA LITOLOGICA DI SUPERFICIE (TAV. 2a, SCALA 1:10.000) – CARTA PEDOLOGICA (TAV. 2b, SCALA 1:10.000)

2.1 INTRODUZIONE

Nel presente elaborato vengono presentate le informazioni utilizzate per la realizzazione della documentazione cartografica allegata e riguardanti:

- assetto geologico dell'area, comprensivo di indicazioni sulle formazioni geologiche presenti e dei relativi rapporti cronostratigrafici;
- caratteristiche morfologiche;
- aspetti litologici delle formazioni;
- aspetti pedologici.

Lo studio, la verifica e la necessaria rielaborazione originale dei dati relativi alle diverse tematiche analizzate hanno richiesto due distinte metodologie di studio, sia riguardo la reperibilità dei dati bibliografici esistenti, sia riguardo le metodologie di rilievo e di successivo sviluppo delle osservazioni fatte in situ dallo scrivente.

Per quanto concerne l'assetto geomorfologico del territorio in esame, il lavoro si è sviluppato attraverso la consultazione delle cartografie topografiche in possesso dello scrivente, sia recenti che storiche, e l'analisi dei rilievi aerofotogrammetrici disponibili per l'intero territorio provinciale, cui è seguita una fase di verifica e controllo in campagna di quanto emerso in studio dall'analisi citata: la metodologia adottata, caratterizzata dall'alternanza di fasi di studio a tavolino e fasi di verifica e rielaborazione direttamente in situ, consente il miglior approccio possibile per giungere alla conoscenza dell'attuale assetto del territorio, necessaria per lo sviluppo di qualsiasi attività di programmazione di intervento antropico in armonia con le caratteristiche evolutive del paesaggio.

Nello studio dell'assetto geologico del territorio si è fatto riferimento sia alle conoscenze dirette, sia alle informazioni bibliografiche esistenti, in particolare alla cartografia geologica ufficiale (Fig. 60 "Piacenza" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000), adattata, sulla base del rilievo diretto e delle conoscenze acquisite, alla scala cartografica utilizzata per l'intervento urbanistico; anche in questo caso sono state condotte verifiche ed integrazioni di campagna al fine di giungere ad una più precisa delimitazione delle formazioni geologiche.

2.2 ASPETTI GEOLOGICI (TAV. 2 – SCALA 1:10.000)

2.2.1 LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

La Pianura Padana rappresenta, dal punto di vista geologico, l'area bacinale settentrionale dell'Avanfossa Appenninica o Padano – Adriatica, che inizia a svilupparsi dal Miocene Superiore in posizione esterna rispetto alla Catena Appenninica in formazione.

Il Bacino Padano costituiva un grande golfo marino che durante il Periodo Terziario andò via via riducendosi a causa dei fenomeni di compressione legati alle fasi orogenetiche Appenniniche ed Alpine. Le indagini esplorative del sottosuolo padano, eseguite per la ricerca di idrocarburi a partire dagli anni '20, ed in particolare l'interpretazione dei rilievi sismici a riflessione tarati biostratigraficamente in bacino, supportati da rilievi geomagnetici e gravimetrici, hanno permesso di ricostruire in modo dettagliato l'andamento delle successioni terrigene Terziarie, caratterizzate da strutture compressive rappresentate da tre grandi archi formati da fasce di pieghe asimmetriche sovrascorse verso nord – est ed imbricate fra loro, che rappresentano il “Fronte Appenninico sepolto”.

Tali Formazioni Geologiche, costituite essenzialmente da sedimenti terrigeni torbiditici provenienti dall'erosione della Catena Alpina ed Appenninica, hanno gradualmente riempito le depressioni che si allungavano al margine del Fronte Appenninico in avanzamento.

Durante il Pliocene – Quaternario, l'intensa opera di erosione, trasporto e deposizione operata dal sistema idrografico del Fiume Po ha portato al colmamento del Bacino padano, ricoprendo con spessori di centinaia di metri, legati anche ad importanti fenomeni di subsidenza, il substrato Terziario ed il fronte della Catena Appenninica e SudAlpina che, a vergenza opposta, vengono a collidere nel sottosuolo della Pianura Padana.

In particolare si riconosce la presenza di queste strutture compressive sepolte nella zona centrale della pianura, il cui andamento ha un ruolo di estrema importanza nell'assetto morfologico ed idrografico del territorio.

Tra le principali si ricordano la sinclinale di Crema, l'asse strutturale a direzione est – ovest Corneliano – Bordolano, in cui alle anticlinali di Ripalta e Bordolano sud - vergenti si contrappongono quelle nord – vergenti di Corneliano, Caviaga e Soresina, e l'anticlinale di Piadena, appartenente al margine appenninico e caratterizzata da sovrascorrimenti verso nord – est.

La transizione tra ambiente marino e continentale, sviluppatasi in modo graduale da ovest verso est, è stata notevolmente influenzata dalle variazioni climatiche legate alle grandi glaciazioni Pleistoceniche ed alle conseguenti oscillazioni eustatiche del livello del mare, la cui diminuzione

globale ed il coincidente aumento degli apporti detritici da parte della rete idrografica ha portato al raggiungimento della configurazione attuale.

2.2.2 FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI NELL'AREA

L'intero territorio della Provincia di Cremona è caratterizzato dalla presenza in superficie di depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali di ambiente continentale risalenti al Periodo Quaternario e la cui potenza è dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Essi sono strettamente connessi ai processi di erosione, trasporto e deposizione caratteristici della dinamica fluviale, che si è sviluppata ed evoluta generando una complessa struttura sedimentaria in cui le variazioni litologiche tanto verticali quanto orizzontali sono estremamente frequenti.

Il territorio comunale di Montodine rappresenta un tipico esempio di ambiente dominato dalla morfologia fluviale, all'interno del quale le divagazioni antiche ed attuali dei fiumi Adda e Serio hanno modellato un paesaggio in continua evoluzione; la presenza di superfici terrazzate delimitate da evidenti scarpate morfologiche ne sono la chiara testimonianza.

La porzione settentrionale e nord – orientale dell'area in esame è caratterizzata dai più antichi depositi pleistocenici rappresentanti l'esteso Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.), intagliato dalle ampie strutture vallive oloceniche del Fiume Adda e da quelle più ristrette del Fiume Serio, che si sviluppano nella restante parte del territorio.

All'interno del quadro generale sopra presentato, le formazioni geologiche affioranti nell'area, dalla più antica alla più recente, vengono di seguito brevemente descritte.

Fg^w (Fluvioglaciale e Fluviale Wurm): alluvioni risalenti al Pleistocene Superiore, costituite da depositi continentali in prevalenza sabbiosi con sottili intercalazioni limoso – sabbiose e lenti sabbioso – ghiaiose, caratterizzate in superficie da un suolo bruno o brunastro con uno spessore generalmente inferiore al metro; esse rappresentano il cosiddetto “Livello Fondamentale della Pianura” o “Piano Generale Terrazzato”, che si estende all'interno della provincia cremonese ad una quota superiore rispetto alle alluvioni antiche, recenti ed attuali dei corsi d'acqua naturali principali. La formazione si estende con un ampio ripiano che occupa l'intera porzione settentrionale e nord - orientale del territorio analizzato e che si immerge blandamente verso sud – est, delimitato da evidenti scarpate morfologiche che lo separano dalle più recenti alluvioni dei fiumi Adda e Serio.

a₂ (Alluvioni Medio Recenti): alluvioni risalenti all' Olocene Medio, rappresentano i materiali alluvionali di più recente deposizione dei corsi d'acqua, caratterizzate principalmente da granulometrie sabbiose e ghiaiose, localmente limose. Si sviluppano interamente nella maggior

parte del territorio comunale all'interno della Valle dell'Adda e sono attualmente esondabili sia per piena catastrofica (in genere TR = 500 anni) che per piena di riferimento (TR = 200 anni), a seconda dell'altezza della scarpata morfologica continua che separa il terrazzo da esse costituito ed il sottostante ripiano occupato dalle alluvioni attuali dei fiumi Adda e Serio.

a₃ (Alluvioni Attuali): sono individuate in prossimità ed all'interno del letto attuale dei corsi d'acqua, nel quale sono sottoposte alla costante opera di rimaneggiamento fluviale; i litotipi sono generalmente ghiaiosi e sabbioso – ghiaiosi, con presenza di elementi più fini (limosi e argillosi) nelle zone maggiormente depresse e caratterizzate da ristagni d'acqua, in particolar modo ai piedi delle scarpate morfologiche di raccordo con i più antichi ed elevati terrazzi alluvionali.

2.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI (TAV. 2 – SCALA 1:10.000)

2.3.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI

Le caratteristiche morfologiche principali dell'area in esame che emergono dall'analisi della cartografia allegata sono rappresentate dalle forme evolutive erosive dei fiumi Adda e Serio, ben testimoniate dalla presenza di scarpate morfologiche che ne delimitano l'ambito di divagazione passato ed attuale.

Uno dei principali processi evolutivi che ha portato alla configurazione attuale del territorio ebbe inizio circa 10000 anni fa (Olocene) al termine dell'ultima fase di grande colmamento fluviale della Pianura Padana legato alla glaciazione Wurmiana e rappresentante il Piano Generale Terrazzato.

I depositi pleistocenici vennero intagliati dalla consistente azione erosiva prodotta dalle acque del Fiume Adda, il cui tracciato divagava con ampie forme a meandri liberi a nord – est rispetto a quello attuale, in corrispondenza dell'attuale scarpata morfologica principale di separazione tra le alluvioni medio – recenti e le alluvioni Wurmiane, che per tutta la sua estensione presenta rigetti verticali superiori ai 3 metri.

L'influenza delle strutture tettoniche profonde, in particolare la sinclinale di Crema a direzione est-ovest, ha determinato all'altezza di Boffalora d'Adda la successiva deviazione del corso del fiume da N – S a NW – SE ed il suo progressivo spostamento verso sud – ovest, in conseguenza anche di importanti fenomeni di sovralluvionamento che lo hanno forzato a variare il percorso.

L'alternanza di fasi di erosione e di deposizione ha determinato la formazione di una valle alluvionale la cui ampiezza nel territorio comunale è dell'ordine dei 3 - 4 Km.

All'interno di questa originaria situazione si è sviluppata successivamente la valle del Fiume Serio, la cui limitata ampiezza, variabile tra i 180 m ed i 1.100 m, fa presupporre un'evoluzione in tempi

relativamente recenti ed un regime di portate decisamente inferiore a quello dell'Adda anche nel passato. La sua depressione valliva rappresenta nella porzione settentrionale un'evidente incisione all'interno delle alluvioni pleistoceniche, con scarpate che presentano altezze in genere comprese tra i 3 m e gli 8 m, mentre nella restante parte del territorio comunale essa è delimitata da scarpate per lunghi tratti di altezza inferiore ai 3 m, via via meno evidenti in prossimità della confluenza in Adda, che la separano dalle alluvioni medio – recenti oloceniche.

Lo sviluppo lobato di tali strutture morfologiche è la testimonianza delle divagazioni di tipo meandriforme del corso d'acqua in epoca passata e della progressiva migrazione dell'alveo verso la sua attuale configurazione, come evidenziato dalla presenza di anse di meandro relitte riattivabili in occasione di eventi di piena che coinvolgono le aree prossime al corso d'acqua.

La ristrettezza relativa della valle “a cassetta” del Fiume Serio è da imputarsi, come detto in precedenza, ad uno sviluppo dell'azione erosiva del corso d'acqua in epoca storica; da un'analisi morfologica a livello sovracomunale appare infatti distinta una forma morfologica depressa che si raccorda con l'attuale valle del Fiume Serio a sud di Crema, in località Madignanello, e prosegue verso sud – est sino a raggiungere i territori comunali di Pizzighettone ed Acquanegra Cremonese.

Tale depressione rappresenta l'antico percorso fluviale del Serio ed è un tipico esempio di “valle morta”, attualmente solcata da un corso d'acqua denominato appunto Serio Morto.

Questa valle, denominata “Serio di Castelleone”, rappresenta un marcata incisione dei depositi del Livello Fondamentale della Pianura, dai quali è separata da scarpate morfologiche che appaiono meno definite in corrispondenza del passaggio alla valle attuale; il suo sviluppo verso sud – est è la testimonianza di un vecchio tracciato del Serio che nei pressi di Pizzighettone prosegue ulteriormente con andamento meandriforme (“Serio di Grumello”) per una decina di chilometri sino a valle di Acquanegra Cremonese, dove con molta probabilità esso sfociava nel Fiume Po.

Un primo fenomeno di cattura fluviale da parte del Fiume Adda ha portato ad abbandonare la valle del Serio di Grumello ed a spostare la foce in corrispondenza di Pizzighettone; successivamente, in seguito a movimenti tettonici olocenici tardivi ed ad un sovralluvionamento locale con conseguente innalzamento dell'alveo, il tracciato del Fiume Serio ha deviato lateralmente verso ovest e facilitato la cattura per erosione di testata da parte di un corso d'acqua, un paleoalveo proveniente dalla zona depressa dei Mosi o un ramo secondario del Serio, che molto probabilmente era già impostato lungo l'attuale tracciato.

La riduzione complessiva del percorso originario di circa 30 Km ha prodotto una accentuata fase di erosione regressiva ed una elevata tendenza all'incisione verticale dell'alveo attualmente persistente.

Molto interessante a tale proposito è il lavoro di V. Ferrari, al quale si rimanda, che ha cercato di inquadrare l'evoluzione del tratto del Fiume Serio a sud di Crema in un intervallo temporale ben definito, attraverso non solo indicazioni di carattere geomorfologico ma anche legate alla toponomastica del territorio ed a testimonianze derivanti da documenti del passato.

Secondo l'Autore può essere ampiamente giustificata la presenza di una struttura morfologica preesistente lungo l'attuale valle attiva del Serio la cui limitata ampiezza, mediamente dell'ordine degli 800 m, rispetto alla valle morta del Serio di Castelleone, generalmente larga il doppio, denota la permanenza in questa del corso d'acqua principale per tempi decisamente superiori.

La graduale deviazione forzata verso l'attuale configurazione sarebbe avvenuta solo in epoca storica, definitiva verso il XIV secolo, il cui tracciato è stato nel tempo stabilizzato attraverso opere di contenimento e difesa spondale, come può essere dedotto dal restringimento dell'alveo in corrispondenza del preesistente abitato di Montodine a causa dell'intervento antropico.

Nell'analisi dell'attuale configurazione morfologica dell'alveo del Fiume Serio nel territorio comunale di Montodine si riconoscono tre tratti principali.

- A monte del centro abitato di Montodine: in questo tratto di circa 1500 m, in parte esterno al confine comunale, il corso d'acqua scorre con andamento meandriforme incassato all'interno della sua valle, la cui ampiezza media risulta dell'ordine dei 600 m, delimitato dalle scarpate morfologiche di terrazzo principali di raccordo con i depositi alluvionali Wurmiani; l'alveo inciso presenta larghezze comprese tra i 25 m ed i 55 m. I terreni rivieraschi e di golena, facilmente inondabili in occasioni di eventi di piena, sono in parte destinati ad usi agricoli (seminativo semplice) ed in parte sfruttati per coltivazioni arboree (pioppo industriale), mentre le scarpate sono occupate da vegetazione arbustiva ed arborea di ambiente ripariale;
- In corrispondenza del centro abitato di Montodine: si sviluppa per circa 500 m in direzione NW – SE per poi compiere una curva a gomito verso ovest nei pressi dei primi insediamenti del centro abitato posto a sud dell'alveo, collegato all'area settentrionale mediante il ponte della strada provinciale “Creasca” SPCREXSS591, disposto obliquamente rispetto alla direttrice principale del fiume e realizzato con due campate ed una pila in alveo. A valle del ponte una briglia in massi immersi nel cemento, che produce un salto di fondo di circa 2.5 m, determina una diminuzione di pendenza del profilo longitudinale dell'alveo nel tratto a monte ad un valore di circa 0.05 %, con una conseguente diminuzione della velocità della corrente e dell'azione erosiva, ed un aumento in quello a valle (circa 0.15 %), dove la riduzione del trasporto solido e l'aumento della capacità erosiva provoca un approfondimento dell'alveo di magra per incisione verticale. A monte del ponte la sponda in destra idrografica è protetta da una difesa in massi (massicciata) lunga circa 70

m, mentre a valle altre protezioni in massi, ricoperte da una ricca vegetazione arbustiva che ne aumenta la funzione stabilizzatrice, sono presenti sia in destra che in sinistra idrografica. La larghezza dell'alveo inciso varia tra i 25 m ed i 60 m, mentre la zona di divagazione si riduce sino ad un minimo di circa 180 m poco più a nord del ponte, oltre il quale si allarga sino a superare i 300 m di ampiezza; le zone prossime al corso d'acqua, laddove non urbanizzate, sono caratterizzate principalmente da seminativo semplice e, nei pressi della confluenza della Roggia Comuna, da pioppeti, vegetazione arbustiva e prato stabile;

- A valle del centro abitato di Montodine sino alla confluenza in Adda: rappresenta il tratto più lungo (circa 4.888 m), con andamento a meandri liberi che hanno lasciato nel territorio l'evidenza della loro migrazione e della loro opera erosiva intagliando le alluvioni medio – recenti all'interno di una valle che presenta ampiezza superiore ai tratti precedenti, mediamente compresa tra i 500 m ed i 1.100 m; l'alveo di magra, la cui pendenza è di circa lo 0.10 %, ha una larghezza compresa tra i 18 m ed i 50 m. La fascia territoriale in prossimità del corso d'acqua è caratterizzata principalmente da seminativo semplice, con presenza di vaste zone a pioppeti e limitatamente di aree a prato stabile e vegetazione arbustiva ed arborea di ambiente ripariale; si rilevano inoltre alcuni lobi di meandro abbandonati che ospitano specchi di acqua stagnante (lanche, mortizze) destinati ad un progressivo interrimento naturale, come avvenuto per i numerosi paleomeandri le cui tracce sono ben distinguibili in tutta la valle del Serio in corrispondenza di zone più o meno depresse di forma arcuata che condizionano sia il reticolo di drenaggio delle acque superficiali e sotterranee che la conseguente parcellizzazione del terreno agricolo.

2.3.2 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELLE CURVE ISOIPSE

Al fine di produrre un elaborato cartografico preciso e dettagliato della morfologia dell'intero territorio comunale, si è ritenuta necessaria la costruzione delle curve isoipse le quali, unendo i punti del terreno che presentano la medesima quota rispetto al livello del mare, offrono una rappresentazione sufficientemente adeguata della superficie topografica.

Nell'esecuzione di tali linee isometriche, per ottenere una rappresentazione il più possibile fedele alla situazione reale, sono state utilizzate esclusivamente le quote altimetriche presenti sulla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) relative al piano campagna, escludendo tutti i punti quotati riferiti ad opere antropiche (strade, edifici, rilevati,...) che risultano per tale scopo scarsamente attendibili.

I punti individuati attraverso tale metodologia, estesi ad un intorno significativo del territorio comunale, sono stati rielaborati mediante differenti modelli matematici di interpolazione attraverso l'ausilio delle procedure automatizzate di software dedicati, successivamente verificati e corretti "manualmente" a tavolino con metodi essenzialmente geometrici.

Per l'operazione di "contouring", ovvero di rappresentazione delle curve isoipse, è stato scelto, in base ai notevoli risultati ottenuti, uno dei metodi geostatistici di analisi spaziale più conosciuti, apprezzati e complessi a livello internazionale: il "Metodo di Interpolazione di Kriging".

Tale algoritmo, dopo aver calcolato il variogramma della grandezza in esame, nel caso specifico il valore della quota di ogni elemento in precedenza individuato, associa ai punti incogniti, ovvero privi della rispettiva quota altimetrica, un valore che minimizza lo scarto quadratico medio rispetto al variogramma stesso.

Le curve isoipse così ottenute, estese all'intero territorio comunale, sono state rappresentate in cartografia con una equidistanza di 1 metro e con l'indicazione della relativa quota altimetrica rispetto al livello del mare.

Data la complessità dell'area in esame e la presenza di importanti variazioni altimetriche lungo i lineamenti morfologici principali rappresentati dalle scarpate di terrazzo, il tracciamento delle curve isoipse si è reso possibile mediante la suddivisione del territorio in settori posti a differenti livelli altimetrici, ovvero i ripiani terrazzati costituiti dalle formazioni geologiche descritte in precedenza, ed all'interpolazione dei punti quotati in essi ricadenti.

Dall'analisi dell'andamento planoaltimetrico del territorio si rilevano pertanto le seguenti caratteristiche:

1. Ripiano occupato dalle alluvioni Wurmiane: nella parte settentrionale si denota una blanda pendenza verso il centro abitato di Montodine posto a sud – est, con quote che variano da 71 m s.l.m. a 66 m s.l.m., mentre nella porzione nord – orientale il paesaggio presenta una morfologia subpianeggiante ad una quota di circa 67 m s.l.m.;
2. Ripiano occupato dalle alluvioni medio – recenti: la fascia occidentale presenta una debole cadente topografica meridionale verso W – SW, da 58 m s.l.m. a 52 m s.l.m., mentre quella orientale si immerge verso sud con pendenze inferiori al 2‰ tra una quota compresa tra 57 e 58 m s.l.m. ed una quota di poco inferiore a 54 m s.l.m. nei pressi della località di Bocca di Serio;
3. Ripiano occupato dalle alluvioni attuali: si estende longitudinalmente lungo la porzione centrale del territorio in esame, con quote che variano dai 58 m s.l.m. nella zona settentrionale ai 51 – 50 m s.l.m. nella parte meridionale; l'equidistanza scelta per le curve isometriche non rende possibile la rappresentazione delle depressioni relative alle paleoforme di meandro, le quali necessitano di accurate analisi topografiche del microrilievo.

L'assetto morfoaltimetrico presenta dunque in generale una cadente topografica meridionale abbastanza uniforme in tutti gli ambiti territoriali sopra descritti, al cui interno, alla scala di

dettaglio, gli andamenti altimetrici risultano per lo più condizionati dalle sistemazioni superficiali degli appezzamenti, introdotte per finalità irrigue e/o di bonifica; non è quindi infrequente la presenza di piccole scarpate localizzate lungo i confini tra appezzamenti diversi o tra questi ultimi e i tracciati viari ed in corrispondenza delle numerose rogge che si distribuiscono all'interno del territorio comunale.

2.4 ASPETTI LITOLOGICI DI SUPERFICIE (TAV. 2a – SCALA 1:10.000)

2.4.1 PREMESSA

La tavola cui si riferisce questo paragrafo illustra graficamente i dati relativi all'estensione ed alla natura litologica delle principali litozone subsuperficiali che interessano il Comune di Montodine.

La caratterizzazione litologica degli orizzonti subsuperficiali compresi tra il piano campagna e la profondità di 1.5 metri è stata effettuata attraverso il riconoscimento speditivo di campagna dei terreni, indagati puntualmente per mezzo di una trivella manuale.

La metodologia di rilevazione dei dati adottata si è basata, attraverso un criterio discrezionale e ragionato esteso all'intero territorio comunale, sul concetto della “prevalenza litologica” di un determinato litotipo sia nella sequenza verticale che in quella laterale.

Per ogni stazione di prelievo è stata definita la classe granulometrica di appartenenza del litotipo prevalente, correlato successivamente ai materiali con le medesime caratteristiche ed accorpato in “unità litologiche superficiali”.

Nel territorio comunale sono state riconosciute cinque unità litostratigrafiche superficiali; non si può escludere, in relazione alla scala adottata, la presenza di locali situazioni difformi da quelle indicate esclusivamente con il criterio della prevalenza.

Le unità litologiche rappresentate sono:

1. Litotipi prevalentemente ghiaiosi;
2. Litotipi prevalentemente sabbioso – ghiaiosi;
3. Litotipi prevalentemente sabbiosi;
4. Litotipi prevalentemente sabbioso – limosi o limoso – sabbiosi;
5. Litotipi prevalentemente limosi o limoso – argillosi.

2.4.2 DISTRIBUZIONE DELLE UNITA' LITOLOGICHE

La distribuzione delle unità litologiche superficiali è legata all'assetto geologico – geomorfologico del territorio comunale e di conseguenza ai fenomeni di erosione e deposizione fluviale antichi e recenti.

I processi di sedimentazione delle particelle dipendono dal loro comportamento idraulico, ovvero della loro “risposta” nei confronti dell'agente al quale sono sottoposti; esso è condizionato da numerosi parametri, quali la dimensione, la forma ed il peso specifico.

Durante il trasporto delle particelle si assiste ad una selezione idraulica che è funzione principalmente della granulometria e che si riflette nell'organizzazione geometrica e nella composizione tessiturale del sedimento stesso, testimonianza delle condizioni ambientali e di dinamica fluviale durante le quali esso si è deposto.

Ad un ambiente di alta energia idraulica corrispondono processi trattivi di notevole intensità con trasporto sul fondo del corso d'acqua delle particelle più grossolane (ghiaia e sabbia) a distanze anche notevoli dal loro luogo di provenienza e si osservano di conseguenza depositi prevalentemente incoerenti.

Al contrario, in ambienti a bassa energia idraulica prevale un processo di decantazione della granulometria più fine in sospensione (limi ed argille) e di conseguenza si formano depositi di natura prevalentemente coerente.

In seguito ad un'analisi generale dei litotipi prevalenti nelle aree di indagine, si possono riconoscere due domini principali:

1. Rappresenta l'area costituita dalle alluvioni Pleistoceniche Wurmiane, ovvero il ripiano terrazzato del “Livello Fondamentale della Pianura”, nella zona settentrionale e nord – orientale del territorio comunale; esso è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte superficiale alterato in seguito ai processi naturali di pedogenesi, che si sviluppa dal piano campagna a circa 1.20 m di profondità, costituito da depositi sabbioso – limosi e limoso – sabbiosi, al di sotto dei quali si sviluppa il “corpo” principale della successione Wurmiana con caratteristiche prevalentemente sabbiose;
2. E' caratterizzato dalle alluvioni Oloceniche dei Fiumi Adda e Serio, altimetricamente ribassate rispetto ai depositi Pleistocenici e sottoposte ai recenti ed attuali processi di divagazione e rimaneggiamento fluviale, legati a differenti condizioni ambientali e di energia idrodinamica. Si individuano pertanto zone a granulometria grossolana in corrispondenza dell'attuale tracciato dei due corsi d'acqua, in prevalenza ghiaiose o sabbioso – ghiaiose, in cui l'energia trattiva durante i vari episodi alluvionali è

sufficientemente elevata per trasportare e depositare particelle a dimensioni maggiori, e zone caratterizzate invece da depositi più fini, in particolare nelle aree occupate dai paleolobi di meandro in corrispondenza delle scarpate morfologiche, dove il ristagno delle acque e la mancanza di una corrente fluviale ad energia elevata, dovuta al progressivo abbandono operato dall'asta principale, ha favorito la decantazione dei depositi fini in sospensione che hanno portato al lento colmamento dell'ansa fluviale.

La rimanente porzione del territorio comunale è caratterizzata dai sedimenti prevalentemente sabbiosi deposti a partire dall'Olocene Medio dal Fiume Adda, che ha inciso profondamente gli antichi depositi Wurmiani ed ha progressivamente traslato il suo tracciato verso S – SW in seguito a processi tettonici e di sovralluvionamento fluviale, fino al raggiungimento dell'attuale configurazione, in continua evoluzione.

2.4.3 DESCRIZIONE DELLE UNITA' LITOLOGICHE

Viene di seguito brevemente illustrata una caratterizzazione tessiturale dei depositi sedimentari clastici presenti nel territorio comunale, eseguita attraverso procedure speditive di campagna basate sull'attenta osservazione delle superfici dei campioni prelevati.

La terminologia ed i limiti delle classi granulometriche sono quelli proposti ed adottati dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.); la suddivisione in base alla dimensione dei granuli è la seguente:

- GHIAIA: granuli > 2 mm;
- SABBIA: granuli compresi tra 2 mm e 60 µm;
- LIMO: granuli compresi tra 60 µm e 2 µm;
- ARGILLA: granuli < 2 µm;

Si sottolinea qui che le loro principali caratteristiche geotecniche verranno presentate ed approfondite successivamente nel Capitolo 4 “Carta geologico – tecnica”.

Litotipi prevalentemente ghiaiosi

Rappresentano depositi in cui si è rilevata la presenza di sedimenti in cui la componente ghiaiosa risulta prevalente rispetto alle componenti sabbioso – limose e limoso – sabbiose, le quali caratterizzano principalmente il livello più superficiale sino ad una profondità massima di circa 30 cm. I ciottoli che costituiscono l'ossatura principale presentano mediamente diametri compresi tra 1 cm e 3 cm, con valori massimi di circa 6 cm; i depositi si presentano sciolti con una limitata presenza di matrice intergranulare fine e non si rilevano tracce di alterazione legate a processi di

ossidazione. La distribuzione spaziale dei granuli, la loro forma, l'intervallo granulometrico che li caratterizza e la scarsa presenza di matrice fine permette di associare il deposito ad una classe di permeabilità da buona ad elevata, con un coefficiente di permeabilità K di circa $10^{-2} \div 10$ cm/sec.

Litotipi prevalentemente sabbioso – ghiaiosi

Si rilevano al di sotto di un limitato spessore di suolo sabbioso – limoso pedogenizzato di colore bruno; sono caratterizzati da sedimenti prevalentemente sabbiosi a grana medio – grossa associati a depositi ghiaiosi più grossolani, rinvenuti principalmente in corrispondenza dell'attuale corso del Fiume Serio. Il grado di permeabilità da assegnare a questo litotipo è funzione della percentuale di matrice fine presente all'interno del deposito; nelle zone dove essa è limitata, principalmente in prossimità dell'alveo, il coefficiente di permeabilità K assume valori di circa 10^{-2} cm/sec, mentre nelle rimanenti aree esso scende a valori di circa 10^{-3} cm/sec.

Litotipi prevalentemente sabbiosi

Sono depositi che presentano un range granulometrico variabile dalle sabbie medie alle sabbie fini, di colore grigio, presenti al di sotto di una coltre di alterazione di spessore di circa 40 cm; l'estensione areale della litozona sabbiosa comprende il ripiano di transizione tra il terrazzo pleistocenico ed il livello occupato dalle alluvioni attuali dei Fiumi Adda e Serio. La percentuale di materiale fine risulta complessivamente scarsa, tuttavia la presenza di matrice riduce il grado di permeabilità del deposito alluvionale, che localmente si riduce a valori del coefficiente K dell'ordine di 10^{-4} cm/sec.

Litotipi prevalentemente sabbioso – limosi o limoso – sabbiosi

Si tratta dei terreni che costituiscono il “Piano Generale Terrazzato” di Epoca Pleistocenica, caratterizzati da una copertura di suolo agrario coltivato sino a profondità inferiori al metro; essi presentano una composizione granulometrica di transizione tra le sabbie incoerenti ed i limi.

Le sabbie fini debolmente limose, di colore nocciola, occupano la porzione più superficiale del suolo sino a circa 50 cm, dove si rileva un aumento della percentuale di limi di colore grigio – nocciola, localmente con screziature rosso – giallastre da alterazione, a discapito della frazione sabbiosa. Complessivamente il litotipo presenta una permeabilità piuttosto bassa a causa dell'abbondante presenza di materiale fine semipermeabile; il valore del coefficiente di permeabilità K presenta generalmente valori di circa $10^{-4} \div 10^{-5}$ cm/sec.

Litotipi prevalentemente limosi o limoso – argillosi

Coperti da un modesto spessore di suolo alterato sabbioso – limoso, sono depositi prevalentemente di natura coesiva a granulometria fine, rappresentati da limi e limi – argillosi debolmente sabbiosi di

colore grigio plumbeo, con buon grado di compattazione e con presenza di residui organici di natura torbosa caratteristici di un ambiente riducente ed associati a screziature rossastre da ossidazione.

L'elevata percentuale di materiale impermeabile riduce notevolmente la capacità di drenaggio in corrispondenza dei terreni caratterizzati da tali sedimenti; il coefficiente di permeabilità K assume valori da molto bassi a bassi, dell'ordine dei $10^{-7} \div 10^{-6}$ cm/sec.

2.5 ASPETTI PEDOLOGICI (TAV. 2b – SCALA 1: 10.000)

2.5.1 PREMESSA

La conoscenza delle caratteristiche dei suoli all'interno delle aree di pianura a preminente vocazione agricola assume una funzione di estrema importanza, in particolar modo nell'ambito di una pianificazione territoriale a scala sovracomunale che pone tra gli obiettivi principali la valorizzazione dell'ambiente e del paesaggio in armonia con la costante crescita delle attività antropiche all'interno di quel processo di sviluppo che ha assunto negli ultimi anni un ruolo di assoluta priorità nella tanto discussa programmazione eco – sostenibile a livello mondiale.

Il suolo può essere definito come un corpo complesso la cui genesi ed evoluzione sono il risultato di una serie di fattori, identificati con il termine “pedogenesi”, che con la loro azione ne determinano la formazione; questi includono principalmente il clima, il tipo di substrato, la morfologia, l'attività biologica, l'attività antropica, il tempo.

Una funzione di primo piano nell'analisi dei suoli caratterizzanti il territorio regionale è assunta dalla Regione Lombardia in collaborazione con alcune province lombarde e con l'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia), ora denominato ERSALF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste).

Nella descrizione dei suoli e dei pedopaesaggi riconosciuti all'interno del territorio comunale ci si è avvalsi pertanto, come suggerito dalle direttive di attuazione della L.R. 12/2005, della documentazione prodotta dal lavoro congiunto dei sopraccitati Enti e pubblicata in anni successivi all'interno del “Progetto Carta Pedologica”, iniziato intorno alla metà degli anni '80 ed esteso al territorio regionale di pianura e di pedecollina.

In particolare è stata utilizzata la classificazione pedologica presentata all'interno del CD – ROM divulgativo “Base Informativa Suoli – Carta Pedologica – Territorio della Provincia di Cremona” a scala di semidettaglio (scala 1:50.000), edizione Ottobre 2003, integrata dalle informazioni desunte da precedenti pubblicazioni a dettaglio superiore (ERSAL – “Progetto Carta Pedologica: i suoli della Pianura Cremasca” – scala 1: 37.500) e dalla banca dati presente nel Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) regionale.

2.5.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA' CARTOGRAFICHE

I pedopaesaggi della pianura lombarda si suddividono in Sistemi, Sottosistemi ed Unità di Paesaggio, a loro volta distinte in “Unità Cartografiche” (U.C.), superfici omogenee per geomorfologia, fisiografia, litologia e condizioni interne del suolo; nella cartografia pedologica prodotta, risultato di tre principali fasi di lavoro (di rilevamento in campagna, di analisi in laboratorio e di fotointerpretazione), sono state individuate all'interno del territorio regionale differenti Unità Cartografiche.

Nella presente trattazione, per ogni Unità Cartografica vengono riportate le indicazioni principali, sintetizzate per comodità di lettura nella tabella riportata nella cartografia allegata allo studio (Tav. 2b), come i caratteri stazionali, quelli pedologici e le interpretazioni da essi derivate; inoltre di ogni U.C. vengono evidenziate la localizzazione in generale, le indicazioni morfologiche, i caratteri del substrato, la profondità utile, la tessitura, il drenaggio, la capacità protettiva delle acque profonde e superficiali, la permeabilità, l'attitudine allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana, il valore naturalistico e la capacità d'uso del suolo.

Il territorio comunale di Montodine è compreso nell'area denominata “Pianura Cremasca”, situata nella parte settentrionale della Provincia di Cremona; in esso sono individuate cinque differenti Unità di Paesaggio: LF2, VT2, VA6, VA7, VA8.

LF2: superficie modale stabile, pianeggiante o leggermente ondulata, intermedia tra le aree più rilevate (dossi) e depresse (conche e paleoalvei).

VT2: terrazzi fluviali subpianeggianti condizionati da un drenaggio lento, causato dal ristagno e dal deflusso di acque provenienti da superfici più rilevate. Coincidono spesso con paleoalvei, conche e depressioni.

VA6: superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili durante gli eventi di piena ordinaria; nelle piane di tracimazione ed a meandri coincidono con le “golene aperte”, nelle piane a canali intrecciati e rettilinei si identificano con gli alvei di piena e vegetazione naturale riparia.

VA7: superfici sede di passata attività fluviale corrispondenti ad alvei e meandri sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che vi scorrono attualmente ed a conche lacustri o palustri parzialmente bonificate, caratterizzate da marcati fenomeni di idromorfia.

VA8: superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, da cui sono

generalmente separate da gradini morfologici; appartengono ai tratti medio – alti dei fiumi ove dominano patterns intrecciati, rettilinei e sinuosi.

All'interno di queste Unità di Paesaggio si riconoscono tredici Unità Cartografiche, le cui proprietà prese in considerazione sono state in parte definite attraverso modelli interpretativi che utilizzano diversi parametri.

Queste caratteristiche principali, come riportato nella tabella in Tav. 2b, sono:

1. Unità di paesaggio a cui appartengono;
2. Denominazione, che rimanda alla tassonomia secondo la “Soil Taxonomy 1998”;
3. Profondità utile del suolo, generalmente inferiore a 150 cm;
4. Tessitura, ossia la composizione percentuale degli elementi costituenti la terra fine ($\emptyset < 2$ mm);
5. Drenaggio, ovvero la capacità di smaltimento delle acque superficiali;
6. Permeabilità, funzione principalmente della granulometria e dei rapporti intergranulari;
7. Capacità protettiva del suolo, rispettivamente nei confronti delle acque profonde e delle acque superficiali, relativamente alla capacità del suolo di opporsi all'infiltrazione in profondità di eventuali inquinanti provenienti dalla superficie ed allo scorrimento superficiale di acque che trasportano sostanze nocive;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana, in base alle caratteristiche interne ed esterne del suolo ed in relazione al rischio di inquinamento per le acque superficiali e profonde;
9. Valore naturalistico del paesaggio;
10. Classi e sottoclassi della capacità d'uso del suolo, definite in base al numero, al tipo ed alla gravità delle limitazioni fisiche.

Le Unità Cartografiche riconosciute nel territorio comunale di Montodine sono di seguito descritte.

Unità Cartografica A

- ❑ Unità di paesaggio: VA6;
- ❑ Denominazione U.C.: SAB2;
- ❑ Substrato costituito da depositi alluvionali medi e grossolani calcarei;
- ❑ Suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso, a tessitura grossolana e scheletro abbondante;
- ❑ Drenaggio moderatamente rapido, permeabilità moderatamente elevata;
- ❑ Bassa capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;
- ❑ Non adatti allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;

- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli adatti al pascolo ed alla forestazione, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Unità Cartografica B

- ❑ Unità di paesaggio: VA7;
- ❑ Denominazione U.C.: RAM1;
- ❑ Substrato costituito da depositi di decantazione moderatamente fini e medi, spesso intercalati ad orizzonti con forte componente organica, da non calcarei a calcarei;
- ❑ Suoli poco profondi o sottili limitati dal substrato ghiaioso, a tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità;
- ❑ Drenaggio lento, permeabilità moderata;
- ❑ Bassa capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con moderate limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Moderato valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Unità Cartografica C

- ❑ Unità di paesaggio: VA8;
- ❑ Denominazione U.C.: TRE1;
- ❑ Substrato costituito da alluvioni media e moderatamente fini, spesso in lenti, calcaree;
- ❑ Suoli moderatamente profondi limitati da orizzonti fortemente contrastanti, a tessitura media in superficie e grossolana in profondità;
- ❑ Drenaggio buono, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Elevata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con lievi e moderate limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o pratiche conservative, con limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo.

Unità Cartografica D

- ❑ Unità di paesaggio: VA8;
- ❑ Denominazione U.C.: AMA1 / IAS1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali medi calcarei;
- ❑ Suoli rispettivamente profondi e sottili, a tessitura moderatamente grossolana o media;
- ❑ Drenaggio rispettivamente mediocre e lento, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata e bassa capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;
- ❑ Rispettivamente adatti con lievi e moderate limitazioni e non adatti allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo ed alle caratteristiche negative del suolo.

Unità Cartografica E

- ❑ Unità di paesaggio: VA8;
- ❑ Denominazione U.C.: RTA1 (riferimento: "I suoli della Pianura Cremasca");
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali medi calcarei;
- ❑ Suoli molto profondi, a tessitura franco limosa media;
- ❑ Drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa;
- ❑ Elevata e moderata capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;
- ❑ Adatti allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo ed alle caratteristiche negative del suolo.

Unità Cartografica F

- ❑ Unità di paesaggio: VA8;
- ❑ Denominazione U.C.: FLN1 (riferimento: "I suoli della Pianura Cremasca");
- ❑ Substrato costituito da depositi alluvionali medi e grossolani calcarei;
- ❑ Suoli da moderatamente profondi a profondi, a tessitura franco sabbiosa medio - grossolana;
- ❑ Drenaggio lento, permeabilità moderata;
- ❑ Bassa e moderata capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;

- ❑ Adatti con moderate limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Unità cartografica G

- ❑ Unità di paesaggio: VA8;
- ❑ Denominazione U.C.: LOP1 / ELA1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali medi, calcarei, spesso in lenti;
- ❑ Suoli rispettivamente profondi e moderatamente profondi, a tessitura media;
- ❑ Drenaggio rispettivamente mediocre e buono, permeabilità moderata;
- ❑ Elevata e moderata capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Moderata ed elevata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Rispettivamente adatti con lievi e moderate limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo ed alle caratteristiche negative del suolo.

Unità cartografica H

- ❑ Unità di paesaggio: LF2;
- ❑ Denominazione U.C.: GNR1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali e fluvioglaciali medi, generalmente calcarei;
- ❑ Suoli profondi, tessitura media con scheletro scarso;
- ❑ Drenaggio buono, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Elevata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti ed adatti con lievi limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o pratiche conservative, con limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo.

Unità cartografica I

- ❑ Unità di paesaggio: LF2;
- ❑ Denominazione U.C.: PSG1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali e fluvioglaciali medi o moderatamente fini, da non calcarei a debolmente calcarei;
- ❑ Suoli molto profondi, tessitura media in superficie, grossolana in profondità;
- ❑ Drenaggio buono, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Elevata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con lievi limitazioni ed adatti con moderate limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture.

Unità cartografica L

- ❑ Unità di paesaggio: LF2;
- ❑ Denominazione U.C.: CAG1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali e fluvioglaciali medi o moderatamente fini, calcarei;
- ❑ Suoli molto profondi, tessitura media in superficie, grossolana in profondità;
- ❑ Drenaggio buono, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Elevata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti ed adatti con lievi limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture.

Unità cartografica M

- ❑ Unità di paesaggio: VT2;
- ❑ Denominazione U.C.: FLN1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali medi o grossolani, calcarei;
- ❑ Suoli moderatamente profondi, tessitura moderatamente grossolana;

- ❑ Drenaggio lento, permeabilità moderata;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque profonde e delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con lievi limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Moderato valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Unità cartografica N

- ❑ Unità di paesaggio: VT2;
- ❑ Denominazione U.C.: OSA1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali e di decantazione, medi, calcarei;
- ❑ Suoli da moderatamente a poco profondi, tessitura moderatamente grossolana;
- ❑ Drenaggio lento, permeabilità moderata;
- ❑ Bassa capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con lievi limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Unità cartografica O

- ❑ Unità di paesaggio: VT2;
- ❑ Denominazione U.C.: ZAP1;
- ❑ Substrato costituito da depositi fluviali medi e grossolani, debolmente o non calcarei;
- ❑ Suoli moderatamente profondi, tessitura moderatamente grossolana;
- ❑ Drenaggio lento, permeabilità moderata;
- ❑ Bassa capacità protettiva delle acque profonde;
- ❑ Moderata capacità protettiva delle acque superficiali;
- ❑ Adatti con lievi limitazioni allo spandimento di liquami e di fanghi di depurazione urbana;
- ❑ Basso valore naturalistico;
- ❑ Suoli che presentano severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative, con limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo.

Bibliografia:

- A.G.I. (1963) – “*Nomenclatura Geotecnica delle Terre*” – Rivista Italiana di Geotecnica n° 4.
- AA.VV. (1994) – “*Guide Geologiche Regionali: Appennino Ligure – Emiliano*” – a cura della Società Geologica Italiana.
- BELLO M. & FANTONI R. (2002) – “*Deep oil plays in Po Valley: deformation and hydrocarbon generation in a deformed foreland*” – ENI - AGIP Division – AAPG HEDBERG CONFERENCE, Palermo – Mondello (Sicily, Italy).
- BERRETTA G.P., FRANCANI V., FUMAGALLI L. (1992) – “*Studio Idrogeologico della Provincia di Cremona*” – Collana Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale – Pitagora Editrice, Bologna.
- BOSELLINI A., MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1995) – “*Rocce e successioni sedimentarie*” – Scienze della Terra – UTET.
- CASTIGLIONI G.B. (1979) – “*Geomorfologia*” – UTET, Torino.
- CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R., CAPPELLI V. (1986) – “*Pianura Padana. Interpretazione integrata di dati geofisici e geologici*” – AGIP - 73° Congr. Soc. Geol. It., 29 sett. - 4 ott. 1986, Roma.
- ERSAL (1997) – “*Progetto Carta Pedologica: paesaggi e suoli della provincia di Cremona*” – Provincia di Cremona.
- ERSAL (2002) – “*Progetto Carta Pedologica: i suoli della Pianura Cremasca*” – Provincia di Cremona – Regione Lombardia.
- ERSAF (2003) – CD ROM “*Base Informativa Suoli – Carta Pedologica – Territorio della Provincia di Cremona*” – Regione Lombardia.
- ERSAF (2004) – “*Progetto Carta Pedologica: suoli e paesaggi della provincia di Cremona*” – Regione Lombardia.
- FERRARI V. (1992) – “*L’evoluzione del basso corso del Fiume Serio in epoca storica e le interconnessioni derivate*” – Estratto da “*Insula Fulcheria XXII*”, Museo Civico di Crema.
- GASPERI G. (1995) – “*Geologia Regionale*” - Pitagora Editrice, Bologna.
- MARCHETTI M. (2000) – “*Geomorfologia fluviale*” - Pitagora Editrice, Bologna.
- PASSERI L.D. (1966) – “*Antichi alvei del Fiume Serio a sud di Crema*” – in “*Rend. Ist. Lomb., Acc. Sc. e Lett.*”, A, vol. 100, pp. 1148 – 1157, Milano.
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) – “*Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*” – Progetto Finalizzato Geodinamica – C.N.R., Pubbl. 414.
- REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (2002) – “*Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia*”, a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin - S.E.L.C.A. (Firenze).
- SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA (1967) – “*Carta Geologica d’Italia – Foglio 60 “Piacenza” alla scala 1: 100.000*” – Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato – Roma.

3. CARTA IDROGRAFICA ED IDROGEOLOGICA (TAV. 3, SCALA 1 : 10.000)

3.1 PREMESSA

Nel corso dello studio si è ritenuto opportuno, per le interrelazioni esistenti tra i due tematismi, sintetizzare in un unico elaborato cartografico sia gli aspetti riguardanti l'idrografia di superficie sia quelli più strettamente idrogeologici.

Prima di procedere alle indagini di campagna ed alle rielaborazioni originali, è stata condotta la ricerca bibliografica che ha riguardato sia l'analisi dei principali elementi costitutivi dell'idrografia di superficie, sia le stratigrafie dei pozzi pubblici. A questo proposito si precisa come ai fini del presente studio, che richiede dati stratigrafici certi, non si siano potuti utilizzare elementi derivanti da pozzi privati poiché questi ultimi non sono corredati da dati analitici e/o stratigrafici che possano consentire qualsiasi analisi interpretativa.

L'elenco dei pozzi privati denunciati presso il Comune, la cui localizzazione viene riportata graficamente in Tav. 3, è inserito in calce al presente capitolo, dove si riportano, quando noti, i dati relativi alla proprietà, alla profondità della struttura filtrante, alla tipologia dell'utilizzo ed alla individuazione catastale del punto di perforazione.

Per i motivi esposti, nel corso delle analisi stratigrafiche e nell'elaborazione delle relative sezioni si sono utilizzati quasi esclusivamente i dati provenienti da pozzi pubblici ubicati sia all'interno che all'esterno dei confini comunali, di cui si allegano le colonne stratigrafiche.

Le strutture idrogeologiche presenti nell'area in esame, descritte attraverso sezioni aventi valenza sia litostratigrafia che idrogeologica, possono essere ritenute attendibili in quanto le stratigrafie, derivando da pozzi pubblici, sono sufficientemente dettagliate e precise.

In relazione allo scopo del presente lavoro, è stata eseguita un'indagine di dettaglio riguardante gli andamenti e la consistenza della falda freatica, al fine di valutare l'interferenza con le opere di fondazione delle infrastrutture e con gli scavi necessari alla loro realizzazione.

3.2 ASPETTI IDROGRAFICI (TAV. 3 , TAV. 3a – SCALA 1:10.000)

3.2.1 RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE

3.2.1.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL BACINO DEL FIUME SERIO

Il Fiume Serio trae origine da varie sorgenti nelle Prealpi Orobiche, in Provincia di Bergamo, a nord-est rispetto al Lago del Barbellino, tra il Pizzo di Coca, il Monte Torena (2.911 m) ed il Pizzo del Diavolo (2.926 m), ad una quota di circa 2.129 m s.l.m..

Attraversa 37 comuni bergamaschi, 11 comuni cremonesi ed un comune lodigiano, immettendosi dopo circa 124 Km, in prossimità dell’abitato di Boccaserio in territorio comunale di Montodine, in sponda sinistra del Fiume Adda, ad una quota di circa 52 m s.l.m..

Il suo corso, intermedio a quello dei fiumi Adda ed Oglio, risulta essere per lunghi tratti ad essi parallelo, e mantiene una direzione N-S anche quando questi piegano verso S-E.

Nel primo tratto esso scorre con caratteristiche torrentizie all’interno di una stretta valle delimitata da ripide pareti rocciose, alimentato da vari torrenti che discendono dalle valli laterali; a quota 1.860 m circa l’imponente Diga del Barbellino crea l’omonimo invaso artificiale, alimentato dalle acque del Serio e di numerosi altri torrenti. Oltre lo sbarramento, dal quale in estate viene liberato dando vita ad una spettacolare cascata, prosegue incanalato in una condotta forzata fino a Gavazzo attraverso un ripido percorso costellato da cascatelle e lungo il quale riceve le acque di parecchi torrenti sia in destra che in sinistra idrografica, che nei tratti successivi contribuiscono ad un progressivo aumento delle dimensioni e delle portate.

Attraverso la Valle Seriana, che si presenta come un’area delimitata da rilievi modesti e caratterizzati da fianchi debolmente inclinati, esso scende senza particolari dislivelli, il suo alveo di magra si allarga ed iniziano a dipartirsi numerosi canali di irrigazione; a Seriate l’urbanizzazione si è spinta fino agli estremi delle scarpate fluviali costringono il fiume a percorrere un alveo marcato e compreso tra due direttrici stradali che seguono il corso d’acqua in direzione nord – sud.

A valle di Seriate, dove inizia la competenza del Parco Regionale Fluviale, raggiunge una larghezza di circa un chilometro, assumendo una morfologia ramificata tipo braided con ampie golene laterali sino a Mozzanica, dove l’apporto delle acque fontanilizie compensa in parte i prelievi irrigui.

Da qui sino alla confluenza nel Fiume Adda il letto si restringe e scorre su lievi pendenze nella pianura cremasca con aspetto monocursale e tipico andamento a meandri, incassato all’interno della sua valle “a cassetta”, ben delimitata da evidenti scarpate morfologiche e caratterizzata dalla presenza di numerose lanche abbandonate, ormai quasi scomparse a causa dello sviluppo antropico.

La superficie complessiva del Bacino Imbrifero del Fiume Serio è di circa 1.030 Km² ed al suo interno si possono distinguere quattro Sottobacini principali (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po):

- Alta Val Seriana (a monte di Villa d'Ogna): 259 Km²
- Media Val Seriana (fino a Vertova): 188 Km²
- Bassa Val Seriana (da Gazzaniga a Villa di Serio): 120 Km²
- Serio (fino alla confluenza in Adda): 463 Km²

Il regime idrografico presenta caratteristiche torrentizie in quanto le alimentazioni delle stagioni estive ed invernali sono ridotte a quelle delle sorgenti e dei nevai, peraltro di scarso rilievo, mentre nel corso delle stagioni primaverili ed autunnali le portate di pianura presentano entità di 40 volte superiori a quelle di magra, fino a raggiungere, nel corso di eventi eccezionali, portate anche dell'ordine di 100 volte quelle di magra.

In relazione al rapporto precipitazioni – portate del corso d'acqua valgono le seguenti notazioni:

- Il bacino del fiume è soggetto al regime sublitoraneo alpino, caratterizzato da un minimo principale nei mesi invernali, da un minimo secondario nei mesi estivi e da due massimi nelle stagioni intermedie;
- Le precipitazioni si verificano principalmente sotto forma di piogge; quelle nevose delle porzioni di bacino più elevate non sono rilevanti in quanto di limitata entità e tali da farne escludere il contributo in riferimento al trasferimento del loro effetto al periodo primavera-estate;
- In relazione alle caratteristiche del bacino imbrifero, assumono preponderante importanza, nell'ambito della pluviometria, gli effetti relativi a distribuzione ed entità delle piogge intense, anche se di breve durata; queste provocano infatti, visto il carattere torrentizio del corso d'acqua, repentine situazioni di precarietà;
- In relazione alla mancanza di grandi invasi in grado di regolare le portate, il regime di deflusso del corso d'acqua riproduce molto da vicino quello delle precipitazioni, con portate massime che si registrano nei mesi di aprile – maggio e nel bimestre ottobre – novembre.

Ulteriori approfondimenti, relativi del regime idrologico del Fiume Serio ed alle problematiche idrauliche che lo caratterizzano all'interno del territorio comunale di Montodine, derivanti da informazioni desunte da studi predisposti a livello sovracomunale, verranno presentati nei successivi paragrafi.

3.2.1.2 INQUADRAMENTO GENERALE DEL BACINO DEL FIUME ADDA

Il fiume Adda nasce a quota 2.150 m s.l.m. dal Monte Cassa del Ferro (Alpi Retiche), in prossimità della Val Fraele, nella zona nord – orientale della Lombardia, in provincia di Sondrio; dopo avere attraversato sei province in un percorso di circa 313 Km, esso confluisce circa 2.5 Km a nord dell'abitato di Castelnuovo Bocca d'Adda, a quota 35 m s.l.m., in sinistra idrografica del Fiume Po. Nella zona settentrionale percorre tutta la Valtellina con andamento generalmente sinuoso in direzione est – ovest, all'interno di un paesaggio tipicamente alpino con rilievi anche di notevole altezza; numerosi i torrenti che discendono dalle valli laterali e che contribuiscono a sviluppare una fitta rete idrografica.

All'altezza di Còlico si immette nel Lago di Como, da cui fuoriesce all'altezza di Lecco e si immette nuovamente nei Laghi di Garlate ed Olginate, per poi proseguire nell'ultimo tratto del suo percorso, inizialmente con andamento sinuoso all'interno di valli terrazzate molto incise e successivamente in territorio pianeggiante.

L'andamento del fiume passa da sinuoso a meandriforme all'interno della pianura cremonese e prosegue con le medesime caratteristiche sino alla confluenza con il Po, incassato nella sua ampia valle alluvionale delimitata da scarpate morfologiche di altezza variabile lungo tutto il corso del fiume, da circa 3 metri nel tratto più a monte sino a più di 10 metri nel tratto a valle.

Evidente la presenza di anse fluviali abbandonate in seguito a modificazioni nel percorso dell'asta principale ed a fenomeni di tagli di meandro, come quello avvenuto in territorio comunale ed analizzato in precedenza attraverso la cartografia storica.

Le arginature artificiali sono presenti essenzialmente nelle aree a maggiore antropizzazione, di modesta entità e quindi facilmente superabili in caso di esondazione nelle aree a nord di Pizzighettone, più rilevanti ed a carattere continuo nelle aree a sud, fino al collegamento con quelli del Fiume Po.

L'area complessiva del Bacino Idrografico del Fiume Adda è di circa 7.927 Km², 7.449 Km² in territorio italiano di cui 5.795 Km² in ambito montano e 1.654 Km² in ambito di pianura; esso si compone dei seguenti Sottobacini principali (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po):

- ❑ Adda Sopralacuale: 3.654 Km²
- ❑ Lario (Lago di Como): 1.191 Km²
- ❑ Brembo: 946 Km²
- ❑ Serio: 1.030 Km²
- ❑ Adda Sottolacuale: 1.106 Km²

Il regime pluviometrico che caratterizza il Bacino Imbrifero del Fiume Adda è di tipo continentale, con massimi estivi e minimi invernali; l'apporto di piena dei Sottobacini montani è molto elevato e diminuisce lungo lo sviluppo del corso d'acqua, il quale a valle del Lago di Como presenta un regime di deflusso notevolmente influenzato dall'effetto di laminazione e di regolazione delle portate da esso determinato.

Nel tratto Sottolacuale il regime idrografico risente principalmente dei contributi provenienti dal Sottobacino del Fiume Brembo, che confluisce in Adda nei pressi di Canonica d'Adda, e del Fiume Serio.

Alcune considerazioni sul regime idrologico del corso d'acqua e sulle interazioni con i suoi due principali affluenti verranno presentate nel seguito della trattazione.

3.2.2 RETICOLO IDROGRAFICO SECONDARIO

Roggia Comuna

La Roggia Comuna o Cremasca, insieme alla Roggia Pandina, viene alimentata dal Canale Retorto in Comune di Cassano d'Adda, Provincia di Milano; esso deriva le acque in sponda sinistra del Fiume Adda, del quale fu probabilmente in origine un ramo secondario, circa 700 metri a monte della biforcazione, poco più a valle della importante derivazione in sponda destra che genera il Canale Muzza.

Con la denominazione di Roggia Cremasca, prosegue verso S – SE lungo un tracciato in molti tratti rettificato, assumendo in territorio comunale di Agnadello il nome di Roggia Badessa, e riceve, in corrispondenza del confine comunale con Palazzo Pignano e Torlino Vimercati, le acque della Roggia Misana, la quale si origina dal complesso dei “Fontanili dei Mosi” in Comune di Misano Gera d'Adda, Provincia di Bergamo.

Questa ha origini antiche e viene indicata su tante carte topografiche, come sulla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.), anche con il nome di Roggia Cremasca o Vecchia Cremasca, mentre al tratto proveniente dal Canale Retorto, che ha origini più recenti (XV secolo), per evitare confusione viene mantenuta la denominazione di Roggia Badessa.

La Roggia Misana – Vecchia Cremasca attraversa con un percorso rettificato a direzione NE – SW i comuni di Capralba e Torlino Vimercati, dove si unisce alle acque della Roggia Badessa; dal punto di confluenza essa assume il nome di Roggia Comuna, derivatole dal fatto che dal 1430 le acque provenienti dal Fiume Adda vennero affittate da Filippo Maria Visconti, padrone del fiume e Signore di Milano, alla Comunità di Crema, che gestì per molti secoli sia la roggia che l'acqua scorrente in essa.

Si sviluppa verso sud in Comune di Palazzo Pignano, passando ad ovest rispetto l'abitato di Scannabue, prosegue verso sud – est in Comune di Vaiano Cremasco, dove sovrappassa con un ponte - canale il Canale Vacchelli, attraversa il Comune di Bagnolo Cremasco ed entra in territorio comunale di Crema, nei pressi dell'abitato di Ombriano.

Qui, in località “Morti delle tre bocche”, si divide in tre rami: quello occidentale si dirige verso il Comune di Chieve, dividendosi in vari rami secondari, quello centrale prosegue verso sud – est in Comune di Capergnanica, dove cede le acque a rogge minori, quello orientale, il principale, si sviluppa in direzione all'incirca ovest – est passando a sud rispetto il centro abitato di Ombriano.

Svolta poi verso sud – est in Comune di Ripalta Cremasca, attraversando l'abitato di Bolzone, nei pressi del quale si divide in due rami che proseguono nei Comuni di Credera Rubbiano e Moscazzano; dal ramo più orientale si diparte successivamente un tratto che rappresenta il confine amministrativo tra Moscazzano e Ripalta Guerina, giungendo infine in Comune di Montodine.

In territorio comunale scorre in direzione NW – SE all'interno dei depositi alluvionali pleistocenici rappresentati dal “Livello Fondamentale della Pianura”, piega verso sud, assumendo un tracciato all'incirca parallelo al Fiume Serio, ed entra nella parte settentrionale del centro abitato di Montodine. Al suo interno prosegue per alcuni tratti tombinato ed infine scarica le acque residue, in corrispondenza della zona sud – occidentale del centro abitato, in sponda destra del Fiume Serio, del quale rappresenta uno dei collettori principali.

Lungo il suo tragitto, che relativamente all'asta principale è di circa 35 Km, la Roggia Comuna distribuisce le proprie acque attraverso numerosi bocchelli, non regolati da misuratore ed a volte anche senza paratoia, ognuno dei quali sottende un compensorio irriguo costituito dalle terre raggiunte dalle acque regolate mediante esso.

Con il termine “bocchello” si definisce in territorio cremasco il “cavo adduttore primario che conduce l'acqua, estratta dal cavo principale, per l'irrigazione dei vari fondi”.

L'intera rete di distribuzione delle acque della Roggia Comuna è costruita in terra, comportando questo perdite di condotta che ne limitano l'efficienza idraulica, stimata all'incirca dell' 80% (fonte Autorità di Bacino del Fiume Po).

La gestione delle acque che scorrono al suo interno e del “contenitore” delle stesse, ossia la roggia s.s., è affidata al “*Consorzio di Irrigazione Roggia Comuna ed Unite*”, mentre il tratto proveniente dai fontanili in territorio bergamasco che viene identificato con il nome di Roggia Misana – Vecchia Cremasca è gestito dal “*Consorzio di Irrigazione Roggia Misana e Orietta*”, che in pratica rappresenta una appendice del primo. Le informazioni principali relative al “*Consorzio di Irrigazione Roggia Comuna ed Unite*”, che interessa il territorio comunale di Montodine, vengono presentate nel paragrafo relativo ai Compensori Irrigui.

Roggia Comuna di Moscazzano

Rappresenta uno dei rami secondari che si dipartono dalla Roggia Comuna nell'ultima parte del suo corso al confine tra i Comuni di Ripalta Cremasca e Moscazzano.

Si sviluppa in direzione pressoché meridiana per una lunghezza di circa 7 Km scorrendo per il primo tratto all'incirca parallela all'asta principale della Roggia Comuna che si sviluppa verso il centro abitato di Montodine.

Prosegue poi verso il centro urbano di Moscazzano, all'interno del quale presenta tratti tombinati, e si dirige verso sud, scorrendo per circa 500 m lungo il confine amministrativo tra i Comuni di Moscazzano e Montodine a nord – est rispetto l'abitato di Colombare, oltre il quale termina scaricando le acque residue nella Roggia Vedescola o Colatore.

La funzione della Roggia Comuna di Moscazzano è essenzialmente irrigua; in essa vengono convogliate le acque residue che provengono dai tratti superiori della Roggia Comuna e della Roggia Misana – Cremasca, che attraverso un apposito bocchello dispensatore vengono utilizzate per irrigare i terreni che appartengono al Comprensorio Irriguo di Moscazzano, che rappresenta una porzione del Comprensorio gestito dal “*Consorzio di Irrigazione Roggia Comuna ed Unite*”.

Nell'ultimo tratto del suo percorso, all'incirca a sud della scarpata morfologica principale che in prossimità del centro abitato di Moscazzano separa le alluvioni pleistoceniche del “Livello Fondamentale della Pianura” a nord e le più recenti alluvioni oloceniche a sud, il corso d'acqua assume una funzione anche di colatore delle acque in eccesso presenti sulle aree attraversate.

Roggia Archetta Pallavicina

Nel territorio comunale si sviluppa una fitta maglia di ramificazioni alimentate dal cavo irriguo principale rappresentato dalla Roggia Archetta Pallavicina, che scorre parallela al confine amministrativo con il Comune di Ripalta Arpina.

Nella cartografia allegata al presente studio sono stati rappresentati alcuni di questi rami minori che si dipartono dalla sponda sinistra della Roggia Archetta Pallavicina, al fine di mostrare l'estensione del territorio irrigato con le acque da essa derivate.

Essa deriva in sponda sinistra del Fiume Serio in Comune di Crema dal 1463, inizialmente col nome di Roggia Marazza e solo in seguito di Roggia Archetta; il corso d'acqua riceveva in Comune di Madignano dalla Roggia Pallavicina, che a sua volta deriva dal Naviglio Civico in Comune di Fontanella (Provincia di Bergamo).

Solo nel 1891, vista la carenza dei contributi della Roggia Pallavicina e della Roggia Renata, pure derivante dal Naviglio Civico, ed in seguito all'apertura del Canale Vacchelli, gli utenti della Roggia Archetta, costituiti in consorzio, acquisiscono l'impinguamento dal Canale Vacchelli

attraverso una bocca posta in Comune di Crema, e nel secolo scorso di una portata in concessione dalla Roggia Borromea, che attinge dal Fiume Serio alla “Palata”.

La gestione della roggia, che nel suo ultimo tratto assume la denominazione di Roggia Archetta Pallavicina, è complessa a causa del sovrapporsi di antichi diritti per la cui soluzione vengono incaricati nel tempo vari ingegneri.

La sua asta principale, a tratti rettificata, si sviluppa parallela al Fiume Serio ed alla Roggia Borromea, con direzione all’incirca nord – sud; in corrispondenza dell’abitato di Riaplta Vecchia in Comune di Malignano riceve le acque dalla Roggia Pallavicina, impinguata precedentemente dalla Roggia Renata, ed aumenta di conseguenza la disponibilità di acque per l’irrigazione dei terreni da essa serviti. Prosegue nei Comuni di Ripalta Arpina, costituendone per un tratto il confine amministrativo con il Comune di Castelleone, di Gombito, di Formigara e di San Bassano, terminando in colatizie che si esauriscono nel Fiume Serio Morto, il quale scarica infine le sue acque nel Fiume Adda in Comune di Pizzighettone.

Attualmente la Roggia Archetta Pallavicina può disporre di una portata di 2.450 l/sec per l’irrigazione di un Comprensorio Irriguo di 1.583 ettari che comprende i Comuni di Offanengo, Formigara, Gombito, Montodine, Ripalta Arpina, Madignano.

Il soggetto gestore del sistema Roggia Archetta – Pallavicina è rappresentato dal “*Consorzio della Roggia Archetta e sue affluenze*”, del quale si riportano le poche informazioni disponibili nel paragrafo relativo ai Comprensori Irrigui.

Roggia Colatore o Vedescola

La Roggia Colatore o Vedescola, come espresso nel capitolo relativo ai vincoli ambientali a cui sono sottoposti i corsi d’acqua, risulta di proprietà demaniale per tutto il suo corso, essendo iscritto nell’ “Elenco delle Acque Pubbliche” della Provincia di Cremona al n° 4.

Essa rappresenta uno dei principali collettori all’interno del Sottobacino Idrografico del Fiume Adda, raccogliendo le acque in esubero che, seguendo la pendenza naturale del terreno, si sviluppano in direzione meridiana e convogliano nella depressione naturale occupata dalla Roggia Colatore. Le prime acque che riceve provengono dalla derivazione occidentale della Roggia Comuna denominata Roggia Comuna di Bolzone, che in prossimità del centro edificato denominato Cascine San Carlo, in Comune di Credera Rubbiano, “scarica” all’interno della Roggia Colatore (questo è il nome utilizzato sulla C.T.R.). Si sviluppa verso sud per quasi 2 Km, per poi svoltare in corrispondenza dell’abitato di Credera verso sud – est all’interno di una depressione morfologica, molto probabilmente rappresentata da un paleoalveo, che condiziona lo sviluppo del reticolo idrografico e la cui continuità territoriale è chiaramente distinguibile ad una scala sovracomunale.

All'interno di questo tratto, che riceve acque da numerosi colatori di ordine inferiore, si rilevano incipienti fenomeni di erosione del fondo dell'alveo e la presenza di scarpate di erosione spondale che si sviluppano con continuità all'interno di tutta l'area che si estende tra gli abitati di Rovereto ad ovest e Moscazzano ad est, all'interno della quale assume un aspetto sinuoso; tale zona è peraltro caratterizzata dalla presenza del Parco Regionale Fluviale dell'Adda sud e dal regime di tutela imposto dal P.T.C.P. in quanto riconosciuta come area di pregio naturalistico coincidente con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello.

Prosegue poi verso sud all'interno delle alluvioni medio – recenti del Fiume Adda, aumentando la portata e di conseguenza l'ampiezza del letto in corrispondenza della confluenza di altri tre corsi d'acqua che in esso scaricano le acque, ovvero il Canale di Bonifica di Rovereto (di natura demaniale), la Roggia Lago e la Roggia Comuna di Moscazzano.

Il suo corso, ora denominato Roggia Vedescola sulla C.T.R., occupa in questo tratto la depressione morfologica rappresentata da un'ansa di meandro abbandonata (paleomeandro) del Fiume Adda, rappresentando anche il confine amministrativo tra i Comuni di Moscazzano e Montodine, all'interno del quale si getta in sponda sinistra del Fiume Adda.

Rio Valle della Fuga

E' un corso d'acqua che interessa l'area nord – orientale del territorio comunale in prossimità del confine amministrativo con il Comune di Ripalta Guerina; la sua denominazione è stata ricavata dalla cartografia catastale del Comune di Montodine, in quanto essa non è presente né sulle carte topografiche dell'I.G.M. né sulla C.T.R..

Esso rappresenta una derivazione secondaria della Roggia Comuna che si sviluppa al confine tra i Comuni di Moscazzano e Ripalta Cremasca, nei pressi della confluenza tra il ramo terminale della Roggia Acqua Rossa e la Roggia Comuna.

Prosegue in direzione W – E in Comune di Ripalta Guerina, svolta verso sud in corrispondenza del centro abitato scaricando le proprie acque nel Fiume Serio; l'ultimo tratto del suo corso è caratterizzato dalla presenza di scarpate erosive di sponda lungo le quali si sviluppa un apparato vegetazionale che viene indicato nel P.T.C.P. quale “area di pregio naturalistico coincidente con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello”.

Esso assolve principalmente la funzione di irrigazione, distribuendo le acque residue della Roggia Comuna nel Comprensorio Irriguo rappresentato dai terreni che si estendono nel Comune di Ripalta Guerina.

3.2.2.1 I COMPRESORI IRRIGUI

Il territorio regionale non montano è classificato in base alla normativa vigente in “territorio di bonifica ed irrigazione”, ed al suo interno sono stati individuati 20 Comprensori di Bonifica ed Irrigazione, definiti in base alla L.R. 16 giugno 2003 n. 7 (“*Norme in materia di bonifica ed irrigazione*”) come “unità omogenee sotto il profilo idrografico ed idraulico”, la cui delimitazione, in attesa di modifiche da parte della Giunta Regionale, è stata stabilita nella D.C.R. 26 marzo 1986 n. IV/213 e seguenti.

All’interno di questi Comprensori operano Consorzi di Bonifica (enti pubblici economici a carattere associativo), Consorzi di Miglioramento Fondiario di primo e secondo grado, Consorzi di Comuni e numerosi altri enti irrigui e di bonifica, molti dei quali di piccole dimensioni (anche a livello del singolo corso d’acqua), che operano nel medesimo territorio a vario titolo.

Il territorio provinciale è stato suddiviso in quattro Comprensori di Bonifica ed Irrigazione, al cui interno operano quattro enti principali differenti: il Consorzio di Miglioramento Fondiario di secondo grado “Adda – Serio”, il Consorzio di Bonifica “Naviglio Vacchelli”, il Consorzio di Bonifica “Dugali”, il Consorzio di Bonifica “Navarolo Agro Cremonese Mantovano”.

Il Comune di Montodine ricade all’interno del “Comprensorio di Bonifica ed Irrigazione n. 7 – Cremasco”, un territorio ricco di acque abilmente sfruttate nei secoli dalle popolazioni che con il loro lavoro hanno saputo utilizzare principalmente per fini irrigui le risorse derivanti dal Fiume Adda, dal Fiume Serio e dai numerosi fontanili che si distribuiscono all’interno della fascia di transizione tra l’Alta Pianura e la Bassa Pianura, ed organizzato la distribuzione delle colature residue verso i terreni situati più a valle, limitando lo “spreco” della risorsa acqua.

In attuazione dell’art. 9 della L.R. 7/2003 all’interno di tale Comprensorio è stato istituito il “Consorzio di Miglioramento Fondiario di II grado Adda – Serio”, approvato con D.G.R. 23 dicembre 2004 n. 7/19964 “*Costituzione del Consorzio di Miglioramento Fondiario di secondo grado « Adda –Serio » con sede in Crema e contestuale approvazione dello statuto ai sensi dell’art. 9 della l.r. 7/03*”, Statuto integrato successivamente con decreto del 3 gennaio 2005 n° 7 del Commissario Regionale del Consorzio.

Il “Consorzio di II grado Adda – Serio”, Ente di diritto privato di interesse pubblico, esercita nell’ambito dei piani di riordino irriguo una funzione di vigilanza e coordinamento dell’attività di enti o consorzi irrigui che ne fanno parte.

All’interno del Comprensorio di Bonifica ed Irrigazione “Cremasco” sono individuati numerosi Comprensori Irrigui, tecnicamente anche detti Comizi, che rappresentano l’insieme dei terreni

serviti direttamente da un cavo irriguo e dalle sue derivazioni secondarie, del quale in genere assumono la denominazione.

I soggetti gestori di questi Comprensori, anch'essi generalmente denominati con il nome del corso d'acqua principale, sono rappresentati da Consorzi di Irrigazione, molti dei quali hanno antiche origini ed esibiscono titoli di elevato valore storico – documentale.

A questi, che vantano diritti “di antico uso” sulle acque, si affiancano altri soggetti che non possiedono atti di concessione delle acque ma solo procedimenti in istruttoria, in quanto in seguito all'estensione della natura pubblica a tutte le acque, ai sensi della L. 5 gennaio 1994 n° 36, essi hanno dopo tale data presentato domanda di concessione d'uso ed in molti casi sono ancora in attesa di approvazione.

I Comprensori o Comizi irrigui che interessano il territorio comunale sono due: il primo rappresenta le aree interessate dalla rete idrica che si sviluppa dalla Roggia Comuna, il secondo dalle zone raggiunte dalla Roggia Archetta Pallavicina e dalle sue derivazioni.

I soggetti gestori dei Comprensori irrigui della Roggia Comuna e della Roggia Archetta Pallavicina sono rappresentati rispettivamente dal “*Consorzio di Irrigazione di Roggia Comuna ed Unite*” e dal “*Consorzio della Roggia Archetta e sue affluenze*”.

Quest'ultimo, che ha recentemente aderito al Consorzio Adda – Serio, viene costituito nel 1915 fra i consorzi elementari di Formigara, bocchello di Gombito, di Montodine, degli Acquadizzi, di Madignano, bocca dei Frati e Consorzio di Roggia Archetta – Pallavicina.

Nella tabella seguente sono riportate le informazioni principali relative al “Consorzio di Irrigazione di Roggia Comuna ed Unite”.

Consorzio di irrigazione roggia Comuna ed Unite	
Fonte di approvvigionamento	Canale Retorto (Cassano d'Adda – MI)
Titolo di derivazione	deriva da soggetto concessionato
Soggetto gestore	Consorzio Roggia Comuna ed Unite – Consorzio di irrigazione tra utenti
Atto costitutivo	origini antiche
Statuto	Atto notaio Ferdinando Slerca 19 luglio 1890 n° 1732
Organi di gestione	Assemblea generale degli Utenti, Consiglio di Amministrazione, Presidente
Portata di competenza	11,60 m ³ /s
Comprensorio irrigato	ettari 3700
Aziende agricole servite	1070
Metodi di irrigazione	a scorrimento
Elementi della gestione	l'acqua è distribuita attraverso bocchelli con o senza paratoia di regolazione
Note	il Consorzio gestisce anche le Rogge Misana ed Orietta, di origine fontanilizia e obbligate a concessione d'uso a seguito della L. 36/94

3.2.3 INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITA' IDRAULICHE

La Provincia di Cremona, sulla base delle nuove competenze ad essa attribuite dal D.Lgs. 31 marzo 1998 n° 112 “*Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni e agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n. 59*” e dalla L.R. 5 gennaio 2000 n° 1 “*Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112*” e successive modifiche, ha predisposto, nell’ambito delle funzioni di Protezione Civile, di cui alla L. 24 febbraio 1992 n° 225, il “*Piano di Emergenza Provinciale per il Rischio Idraulico dei Fiumi Adda, Serio ed Oglio*”, approvato con D.C.P. del 25 febbraio 2004 n° 28.

Un significativo contributo alla pianificazione di emergenza provinciale è rappresentato da uno studio idraulico relativo alle aste fluviali di Adda, Serio ed Oglio, che risulta strettamente connesso ed imprescindibile dal Piano di Emergenza provinciale.

Lo studio, “*Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione*”, commissionato dalla Provincia di Cremona allo Studio di Ingegneria Idraulico Ambientale “Studio Telò s.r.l.” agli inizi del 2003, è stato approvato con D.C.P. del 25 febbraio 2004 n° 27.

Il lavoro, suddiviso in quattro fasi successive, ha portato all'individuazione dei tratti di maggiore criticità idraulica lungo i fiumi Adda, Serio ed Oglio all'interno del territorio provinciale, alla loro classificazione ed organizzazione gerarchica ed alla delimitazione di aree, ricadenti in Fascia C del P.A.I., esposte ad un grado di rischio idraulico complessivo elevato, sia in funzione della tipologia e gravità della criticità riscontrata che della valutazione relativa all'importanza socio – economica associata alle aree ad essa retrostanti, potenzialmente coinvolgibili durante le piene fluviali.

Il ruolo della Provincia nelle operazioni di Protezione Civile, in relazione alle aree ricadenti nella Fascia C, viene definito nella Normativa del P.A.I. – artt. 23 e 31, che prevedono la realizzazione da parte dell'Ente di un “*Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione*”, elaborato prodotto ed approvato con D.C.P. del 16 marzo 1999 n° 17, e dei Piani di Emergenza sopraccitati.

Sulla base di informazioni reperite dall'Ufficio di Protezione Civile della Provincia di Cremona in tutti i 37 Comuni attraversati dai tre corsi d'acqua, e di dati storici e recenti provenienti da Enti sovraordinati quali Regione Lombardia, Autorità di Bacino del Fiume Po, Agenzia Interregionale per il Fiume Po (A.I.PO) e Consorzi di Bonifica, le criticità idrauliche sono state suddivise in due categorie principali:

1. Criticità diffuse: erosioni spondali e/o arginali, sormonti arginali;
2. Criticità puntuali: cedimenti, sifonamenti, crolli e più in generale sofferenze di strutture idrauliche (chiaviche, derivazioni, soglie, traverse, stazioni di sollevamento).

Nel Comune di Montodine sono state individuate sei criticità idrauliche, una sul Fiume Adda e cinque sul Fiume Serio, classificate sulla base del “grado di rischio idraulico intrinseco”, identificato con il codice **C.I. = Classe di rischio Idraulico**.

Ad ogni singola criticità idraulica è stato associato, attraverso una rappresentazione matriciale, il corrispettivo “grado di valore esposto” delle aree ad essa retrostanti; questo viene identificato con il codice **C.S.E. = Classe di interesse Socio – Economico**.

Si riportano di seguito le definizioni delle gerarchie rispettivamente del “grado di rischio idraulico intrinseco” e del “grado di valore esposto”.

C.I. = CLASSE DI RISCHIO IDRAULICO	
BASSO	Criticità idraulica che non presenta segni evidenti di crisi e che va solo monitorata nel tempo
MODESTO	Criticità idraulica che presenta segni di crisi, ma che non presuppone il collasso della strutture
ELEVATO	Criticità evidente che presuppone un prossimo collasso della struttura

C.S.E. = CLASSE DI INTERESSE SOCIO - ECONOMICO	
BASSO	Presenza di aree agricole, pioppeti ed aree incolte
MODESTO	Presenza di case rurali con annesse stalle e ricoveri di animali
ELEVATO	Presenza di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, aree urbane, nuclei abitati, aree artigianali, infrastrutture produttive

Dall'incrocio delle valutazioni intrinseche relative alla criticità idraulica ed all'area esposta, si è giunti alla definizione del "rischio idraulico complessivo", secondo lo schema a matrice di seguito presentato.

C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO				
ELEVATO				

Ad ognuna delle nove situazioni di rischio idraulico complessivo viene associata una breve descrizione in relazione al tipo di criticità rilevata ed all'importanza socio – economica delle aree retrostanti, ed una valutazione sul livello di attenzione da attribuire ad essa.

Analizzando in particolare le criticità idrauliche relative al Comune di Montodine, si riconoscono situazioni di rischio idraulico complessivo variabili tra il "Basso" ed il "Modesto" in corrispondenza delle cinque criticità sul Fiume Serio, ed una situazione di rischio idraulico complessivo di valore "Elevato" in corrispondenza della criticità idraulica rilevata sul Fiume Adda, peraltro già delimitata nel P.A.I. con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C". Per ogni criticità, individuata con una lettera nella Tav. 3 "Carta idrografica ed idrogeologica", si riporta una scheda identificativa con le informazioni desunte dallo studio idraulico. Per la criticità idraulica relativa al Fiume Adda in località Bocca di Serio si rimanda allo studio idraulico ed al Piano di Emergenza Provinciale per la definizione dello scenario di rischio, delle modalità di organizzazione del servizio di monitoraggio e di vigilanza idraulica, e del modello di intervento, il cui obiettivo è la pianificazione del coordinamento tra i vari organi di Protezione Civile che intervengono nelle situazioni di emergenza.

Si riporta in conclusione la scheda riassuntiva relativa a tale criticità idraulica con le informazioni principali ad essa associate.

**SCHEDE IDENTIFICATIVE DELLE CRITICITA' IDRAULICHE
RILEVATE NEL COMUNE DI MONTODINE**

Fiume	SERIO			
Sponda idrografica	Destra			
Tipologia	Erosione spondale			
Tipo	Diffusa			
Lettera identificativa	A			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO		X		
ELEVATO				
<p>Criticità idraulica che non presenta segni evidenti di crisi, tuttavia l'importanza socio – economica delle retrostanti aree consigliano un continuo e frequente monitoraggio.</p>				

Fiume	SERIO			
Sponda idrografica	Destra			
Tipologia	Erosione spondale			
Tipo	Diffusa			
Lettera identificativa	B			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO		X		
ELEVATO				
<p>Criticità idraulica che non presenta segni evidenti di crisi. Trattasi in parte di difesa spondale in massi ancora in buono stato ed in parte non difesa, ma coperta da una ricca vegetazione arbustiva che ne aumenta il potere coesivo. Tuttavia l'importanza socio – economica delle retrostanti aree consigliano un continuo e frequente monitoraggio.</p>				

Fiume	SERIO			
Sponda idrografica	Sinistra			
Tipologia	Erosione spondale			
Tipo	Diffusa			
Lettera identificativa	C			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO		X		
ELEVATO				
<p>Criticità idraulica che non presenta segni evidenti di crisi. Si tratta di erosione spondale risolta con difesa spondale in massi e coperta da una ricca vegetazione. Tuttavia l'importanza socio – economica delle retrostanti aree consigliano un continuo e frequente monitoraggio.</p>				

Fiume	SERIO			
Sponda idrografica	Sinistra			
Tipologia	Rottura spondale			
Tipo	Puntuale			
Lettera identificativa	D			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO		X		
MODESTO				
ELEVATO				
<p>Criticità idraulica puntuale che non presenta segni evidenti di crisi in quanto consolidata dalla presenza di una ricca coltre vegetale. L'assenza di importanti infrastrutture antropiche consigliano solo un monitoraggio saltuario.</p>				

Fiume	SERIO			
Sponda idrografica	Destra			
Tipologia	Rottura spondale			
Tipo	Puntuale			
Lettera identificativa	E			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO			X	
ELEVATO				
<p>Criticità idraulica puntuale in quanto la berma di protezione al piede in massi è collassata ed è esposta al franamento continuo che pregiudica la stabilità della sponda. Tuttavia l'assenza di importanti infrastrutture antropiche consigliano solo un monitoraggio saltuario.</p>				

Fiume	ADDA			
Sponda idrografica	Sinistra			
Località	Bocca di Serio			
Tipologia	Insufficienza arginale			
Tipo	Diffusa			
Lettera identificativa	F			
C.S.E.	C.I.	BASSO	MODESTO	ELEVATO
BASSO				
MODESTO				
ELEVATO				X
<p>Criticità idraulica elevata che determina una condizione di allagamento del nucleo abitato di Bocca di Serio come recentemente accaduto durante l'ultima piena. Nel caso specifico si tratta di attivare con urgenza la realizzazione delle arginature già pianificate dal P.A.I. nel "limite di progetto". Fino a quel momento valgono i disposti dell'art. 31 comma 5 delle norme del P.A.I..</p>				

Corso d'acqua:	Fiume ADDA – Fiume Serio
Comune:	MONTODINE – RIPALTA ARPINA
Località:	Bocca di Serio / Cod. 17
Tipologia criticità:	Insufficienza arginale
Nuclei famigliari:	4
N° abitanti esposti:	15
Capi di bestiame esposti (n° e tipologia):	– 30 bovini da latte – 10 equini
Altri elementi esposti:	Ladini (attività artigianale – impianti sportivi)
Precursore:	livelli idrometrici: – Fiume Adda a Lavello (A.I.PO + Consorzi di Bonifica) – Fiume Adda a Cassano (Consorzi di Bonifica) – Fiume Adda a Boccaserio (A.I.PO) – Fiume Serio a Mozzanica (A.I.PO)
Sistema di allertamento:	Fax Prefettura, acquisizione dati idrometri a monte, lettura idrometri locali
Provvedimenti in fase di normalità:	– organizzazione servizi di vigilanza lungo il corso d'acqua mediante personale comunale e volontari – montaggio asta idrometrica in corrispondenza manufatto SPEXSS591 in località Montodine – predisposizione piano di evacuazione allevamento
Provvedimenti in fase di preallarme:	– verifica disponibilità sistemi di illuminazione mobili – allertamento personale di vigilanza – verifica disponibilità mezzi per eventuale evacuazione
Provvedimenti in fase di allarme:	– attivazione servizio di vigilanza lungo il corso d'acqua mediante personale comunale e volontari – monitoraggio asta idrometrica – controllo della percorribilità stradale della SPEXSS591 da parte del Servizio Viabilità della Provincia – ordinanze di sgombero/chiusura delle attività a rischio – informazione alla popolazione e alle attività a rischio tramite personale comunale – allertamento allevamento bovini per evacuazione
Via di fuga:	SPEXSS591

3.2.4 ANALISI DELLE ESONDAZIONI STORICHE

L'indagine storica di un territorio e degli avvenimenti che lo hanno caratterizzato nel passato rappresenta una fase di grande importanza ai fini di una pianificazione territoriale, sia a carattere comunale che sovracomunale.

La “memoria storica” di un evento alluvionale rappresenta la base di partenza per qualsiasi attività di programmazione in campo urbanistico, che deve tenere in debita considerazione ciò che il passato ci può insegnare e suggerire per cercare di limitare i rischi per la comunità e per tutte le strutture che del territorio sono parte integrante.

La ricerca storico – bibliografica degli eventi alluvionali che hanno interessato il Comune di Montodine è stata resa possibile essenzialmente attraverso l'importante opera di censimento e catalogazione delle aree storicamente allagate effettuata dal “Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.)”, struttura appartenente al Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.), su commissione del Dipartimento della Protezione Civile.

Il “Progetto A.V.I.” (Aree Vulnerate Italiane) del G.N.D.C.I., iniziato nel 1990 con l'obiettivo di raccogliere informazioni relative alle “calamità idrogeologiche” quali frane ed inondazioni fluviali avvenute in Italia tra il 1918 ed il 1994, è stato suddiviso in tre fasi successive: ad un prima fase di censimento durante i primi anni '90, sono seguite tra il 1993 ed il 1998 una fase di organizzazione dell'archivio dei dati censiti e dal 1998 ad oggi una fase di aggiornamento ed integrazione dei dati con le informazioni geologiche ed idrogeologiche, a supporto dei programmi di pianificazione territoriale e di previsione e prevenzione dal rischio idrogeologico.

Esso costituisce ad oggi la più ampia e completa raccolta di informazioni relative ad eventi di frana (oltre 17.000) e di inondazione (oltre 7.000) avvenute in Italia; una prima rappresentazione cartografica datata 1996 è stata aggiornata nel 1998 con una nuova carta in cui sono riportate oltre 15.000 località colpite da calamità idrogeologiche per il periodo 1918 – 1994.

Il patrimonio delle informazioni censite nel Progetto A.V.I. è rappresentato da un archivio cartaceo, una banca dati in formato digitale ed un atlante delle aree vulnerate consultabili pubblicamente sulla rete internet, sia a scala nazionale che regionale (Rapporti di Sintesi Regionale A.V.I.); accanto ad esso sono in via di sviluppo altri moduli informativi che permetteranno di estendere la serie storica ad eventi accaduti e documentati a partire dal 1700.

Dalla consultazione di tutti gli archivi disponibili del Progetto A.V.I. è emerso che il Comune di Montodine è stato interessato nel periodo 1918 – 1994 da 3 eventi alluvionali principali con conseguenti fenomeni di esondazione da parte dei Fiumi Adda e Serio; i fenomeni di minore entità

non sono stati digitalizzati e pertanto per essi non si hanno informazioni certe, nemmeno per la storica alluvione del 1951, della quale si ricorda lo straripamento dell'Adda in località Bocca di Serio.

I tre eventi alluvionali, riportati nelle schede di censimento presentate in Allegato al presente Capitolo, si sono verificati tra la fine del periodo estivo e l'inizio del periodo autunnale nelle seguenti date:

- Scheda di censimento n° 1: esondazione in data 17 Settembre 1960;
- Scheda di censimento n° 2: esondazione in data 22 Settembre 1979;
- Scheda di censimento n° 3: esondazione in data 25 Settembre 1993.

All'interno delle schede vengono riportate le informazioni principali relative all'evento alluvionale ed al territorio comunale interessato dall'esondazione dei corsi d'acqua; data la mancanza di dati certi in relazione all'estensione di tali superfici, esse sono state stimate sulla base delle informazioni esistenti relative alla morfologia del territorio, alle criticità "storiche" lungo l'alveo del Fiume Serio ed alle aree occupate dalle più recenti esondazioni.

Negli ultimi anni il Bacino Idrografico del Fiume Po è stato interessato da eventi alluvionali di notevole intensità; tra i fenomeni più importanti si ricordano le alluvioni del novembre 1994, dell'ottobre 2000 e del novembre 2002.

Se i primi due eventi hanno coinvolto esclusivamente l'asta principale del Fiume Po ed alcuni suoi affluenti principali in tutto il settore nord – occidentale del Bacino, raggiungendo valori di precipitazione con tempi di ritorno ultracentenari e livelli idrometrici paragonabili e/o superiori a quelli registrati in occasione della storica esondazione del novembre 1951, il fenomeno del 2002 ha seriamente interessato il Bacino del Fiume Adda e di conseguenza anche il territorio comunale di Montodine.

Per tale evento alluvionale è stata compilata una quarta scheda:

- Scheda di censimento n° 4: esondazione in data 26 Novembre 2002.

Per le alluvioni del 22 Settembre 1979 e del 26 Novembre 2002, essendo a disposizione dello scrivente numerose e dettagliate informazioni che ne descrivono lo sviluppo sia dal punto di vista meteorologico che idrogeologico, si presenta di seguito un breve approfondimento; la scelta di presentare entrambi gli eventi deriva dalla necessità di fornire dati in relazione ad entrambi i corsi d'acqua principali che interessano il territorio comunale.

Come si vedrà nei successivi paragrafi infatti l'evento alluvionale del 1979 interessa principalmente il Fiume Serio mentre quello del 2002 si riferisce essenzialmente all'asta fluviale dell'Adda.

3.2.4.1 EVENTO ALLUVIONALE DEL 22 SETTEMBRE 1979

Per l'analisi dell'evento alluvionale in parola si è ricorsi allo studio predisposto dal "Consorzio idraulico di 3^a categoria del Fiume Serio" ed approvato dal Consiglio dei Delegati dell'Ente nella seduta del 28 novembre 1986 con deliberazione n° 13, unitamente all'indagine tecnica, testualmente riportata da detto studio, redatta a cura del collegio dei periti nominato dalla Procura della Repubblica di Crema con provvedimento 19 gennaio 1980 n° 1841/79 e datata 28 febbraio 1981 allo scopo di accertare le cause dell'inondazione del territorio cremasco verificatasi alla data predetta.

A partire dalla serata del 21 e per tutta la nottata del 21 – 22 settembre intense precipitazioni a carattere temporalesco si verificarono in tutto il territorio montano della Provincia di Bergamo, con valori cumulati che in Alta Val Seriana hanno raggiunto i 200 mm.

Le abbondanti piogge hanno interessato i Bacini Idrografici dei Fiumi Oglio, Cherio, Brembo e Serio, che rapidamente hanno visto crescere il livello delle acque con conseguenti rotture e tracimazioni in molti punti che hanno causato allagamenti ed ingenti danni a centri abitati ed il collasso di numerosi ponti ed opere di difese spondale.

I dati pluviometrici ed idrometrici della parte alta del Bacino del Serio, essenzialmente relativi ad un ristretto territorio posto a quote superiori ai 1.000 m s.l.m., rilevati nella stazione idrometrografica di Ponte Cene, dotata di una serie storica di valori che permette di avere una scala di deflusso aggiornata per la trasformazione altezze idrometriche – portate, consentono di individuare un'onda di piena transitata da detta stazione tra le ore 20:00 del 21 settembre e le ore 6:00 del 22 settembre, con una portata al colmo di circa 350 m³/s fra le 3:00 e le 6:00.

Nello stesso intervallo di 10 ore anche l'intero Bacino di pianura del Serio è stato interessato dalla medesima perturbazione, che fece registrare valori complessivi di precipitazione di circa 139 mm; dai dati idrometrici rilevati in diverse sezioni del territorio cremasco a partire da Mozzanica fino a valle della città di Crema, si sono ottenuti valori di portata al colmo di piena compresi tra 500 m³/s e 600 m³/s.

Tale valore deriva dalla somma del contributo netto del Bacino di pianura, che porta a stimare valori di portata di circa 400 m³/s alla sezione di Crema, e del contributo del Bacino di monte, dove le portate transitate da Ponte Cene si sono ridotte a Mozzanica, per effetto della vistosa capacità di laminazione e di assorbimento dell'alveo del Serio, di circa il 50%, ovvero da 350 m³/s a 150 - 200 m³/s. Il tempo di propagazione dell'onda di piena da Ponte Cene a Crema è stato valutato in circa 10.5 ore, pertanto la sovrapposizione tra il massimo apporto del Bacino di monte e quello del Bacino di pianura alla sezione di Crema è avvenuto tra le 13:33 e le 16:30 del 22 settembre.

In territorio cremasco, a fronte di una capacità dell'alveo di contenere senza danni una portata defluente dell'ordine di 150 – 200 m³/s, le portate transitate il giorno 22 sono state quindi dell'ordine di 500 – 600 m³/s, provocando vaste esondazioni ed allagamenti gravi in aree agricole ed urbane lungo tutto il corso del Serio da Mozzanica a Montodine ed in prossimità dei numerosi canali colatori e fontanilizi che caratterizzano il tratto in esame.

Numerosi i danni in tutti i Comuni coinvolti dalle esondazione, in particolare Crema, dove si sono verificati importanti fenomeni di rigurgito nell'alveo del Serio e del Colatore Cresmiero che hanno causato la tracimazione delle acque e l'inondazione di vaste aree cittadine sia in destra che in sinistra idrografica.

Per comprendere come tale evento alluvionale sia da considerarsi un fenomeno eccezionale, determinato da particolari condizioni meteorologiche di cui non si aveva memoria recente (almeno fino al 1931), si riporta uno stralcio della tabella n° 5 della Direttiva n° 2 del P.A.I. "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", nella quale accanto ad ogni stazione idrometrica viene indicata la superficie del Bacino Idrografico del Serio ad essa sottesa ed i valori delle portate corrispondenti a differenti tempi di ritorno TR (tempo medio di attesa stimato tra l'occorrere di un determinato evento di intensità I ed il successivo con medesime caratteristiche, statisticamente definito come l'inverso della probabilità di accadimento dell'evento stesso).

Fiume Serio: stazione idrometrica	Superficie (Km²)	Q_{TR20} (m³/s) ADBPO	Q_{TR100} (m³/s) ADBPO	Q_{TR200} (m³/s) ADBPO	Q_{TR500} (m³/s) ADBPO
Alzano Lombardo	551	410	530	570	630
Romano di Lombardia	717	470	570	620	700
Crema	1.034	530	650	720	800
Montodine (confluenza in Adda)	1.078	530	650	720	800

Come si evince dalla tabella, la portata al colmo di piena stimata alla sezione di Crema durante l'evento alluvionale del 22 settembre 1979, ovvero dell'ordine dei 500 – 600 m³/s, si riferisce ad un TR compreso tra 20 e 100 anni, a conferma del carattere straordinario del fenomeno, al quale era stato correttamente assegnato un valore di TR = 50 anni.

La corrispondenza dei valori delle portate di riferimento alle sezioni di Crema e Montodine permette di affermare che la portata di 500 – 600 m³/s stimata in occasione dell'evento a Crema possa essere dello stesso ordine di grandezza di quella che giunse a Montodine, non essendo possibili in un tratto di 10 Km effetti di laminazione ed assorbimento o di afflusso di tale

consistenza da indurre una variazione sostanziale, in negativo o in positivo, del valore di portata misurato più a monte.

Per un confronto con i dati relativi al Bacino di monte del Fiume Serio si rende opportuno presentare i valori stimati delle portate di piena per dati tempi di ritorno TR nella stazione idrometrica di Ponte Cene, assente nelle tabelle dell'Autorità di Bacino, elaborati da una Commissione idrologica costituita nel 1970 dall'Amministrazione Provinciale di Bergamo.

Tali valori sono stati in seguito confermati e tarati sui valori reali misurati alla medesima stazione.

Tempo di ritorno TR (anni)	5	10	20	50	100
Portata al colmo Qmax (m ³ /s)	290/340	340/430	400/520	450/620	620/700

Sulla base di tali valori si può notare che la portata al colmo misurata alla stazione di Ponte Cene il giorno 22 settembre, ovvero 350 m³/s, corrisponde a TR compresi tra 5 e 10 anni, che possono essere considerati dello stesso ordine di grandezza sino a Mozzanica.

Dalla comparazione tra i TR stimati per il tratto da monte di Ponte Cene sino a Mozzanica (TR compresi tra 5 e 10 anni) ed i TR stimati per il tratto da Mozzanica alla confluenza in Adda a Montodine (TR compresi tra 20 e 100 anni), si può concludere che l'evento alluvionale può essere considerato di carattere eccezionale principalmente per il contributo delle precipitazioni che si sono abbattute nel Bacino di pianura del Serio, che hanno portato le acque a raggiungere una portata di 400 m³/s tale da non poter essere contenuta all'interno dell'alveo, dimensionato a smaltire portate non superiori ai 200 m³/s; ad essa si è poi aggiunta l'ondata di piena proveniente da monte, che ha ulteriormente contribuito ad ingrossare il corso d'acqua, che già si trovava oltre il limite di capacità massima.

Alcuni anni dopo lo straordinario evento alluvionale, il "Consorzio idraulico di 3^a categoria del Fiume Serio" ha ritenuto opportuno predisporre una "Carta dei suoli a rischio di inondazione", basandosi su indagini dirette nei luoghi allagati mediante la consultazione sia della popolazione che delle autorità locali, incrociando i dati ottenuti con i risultati dei rilievi topografici appositamente eseguiti.

Lo studio porta a quantificare una superficie totale interessata dall'inondazione di circa 2.055 ha, ripartita su dodici Comuni, ed una superficie urbana di circa 91 ha ripartita tra i Comuni di Sergnano, Casale Cremasco e Crema.

Si riporta nella seguente tabella uno stralcio del tabulato conclusivo del predetto studio.

Comune	Superficie territorio comunale (ha)	Superficie inondata nel settembre 1979			
		totale (ha)	insediamenti urbani (ha)	attività rurali (ha)	presidiata da arginature (ha)
Mozzanica	925.00	123.00	/	123.00	/
Castelgabbiano	581.00	121.70	/	121.70	/
Sergnano	1249.00	236.10	18.50	217.60	117.00
Casale Cremasco	895.00	239.40	5.20	234.20	28.00
Pianengo	587.00	119.30	/	119.30	/
Ricengo	1256.00	93.80	/	93.80	/
Crema	3463.00	409.00	67.70	341.30	94.00
Madignano	1077.00	103.90	/	103.90	/
Ripalta Cremasca	1180.00	130.10	/	130.10	/
Ripalta Guerina	303.00	84.60	/	84.60	/
Ripalta Arpina	691.00	72.60	/	72.60	/
Montodine	1182.00	321.70	/	321.70	/
Totali	13389.00	2055.20	91.40	1963.80	239.00

La superficie del territorio comunale di Montodine interessata dall'esonazione del Fiume Serio, circa il 27%, corrisponde interamente al territorio rurale che si sviluppa in prossimità delle zone di divagazione dell'alveo; l'unica area urbanizzata interessata in modo lieve è stato l'abitato di Bocca di Serio, lambito nella sua parte meridionale, come rappresentato dalla delimitazione delle aree allagate con TR = 50 anni nella Tav. 3a "Carta del rischio di inondazione".

3.2.4.2 EVENTO ALLUVIONALE DEL 26 NOVEMBRE 2002

Le informazioni presentate nel paragrafo derivano principalmente dall'analisi comparata di due pubblicazioni:

- Autorità di Bacino del Fiume Po – *“Rapporto sulla piena del novembre 2002 in Lombardia: Fiumi Lambro e Adda Sottolacuale”*;
- A.I.PO – *“Relazione preliminare sugli eventi del 14 novembre – 7 dicembre 2002 nel bacino del Po”*.

Ulteriori notizie relative all'evento alluvionale sono state desunte dal citato studio relativo alle criticità idrauliche del territorio cremonese e dai dati reperiti presso l'Ufficio di Protezione Civile

della Provincia di Cremona, integrati da una ricerca specifica di documenti disponibili sulla rete internet.

L'eccezionale fenomeno alluvionale del novembre 2002 ha interessato nella sola Regione Lombardia 851 Comuni su 1546, con danni che ammontano a circa 850 milioni di euro, quasi il doppio di quelli stimati per la piena dell'ottobre 2000.

In quella occasione infatti, nonostante il livello storico raggiunto dalle acque del Fiume Po, le arginature maestre hanno retto e sono state allagate in particolar modo le zone golenali, mentre i centri abitati ne sono stati interessati in modo superficiale.

In occasione dell'evento del 2002 invece si è assistito impotenti all'inondazione di numerose città, raramente interessate da alluvioni eccezionali prima di allora, quali Milano, Monza, Lecco, Como, Bergamo, Lodi e principalmente di tutti i territori rivieraschi dei Fiumi Lambro, Brembo, Adda e Serio.

La situazione meteorologica che ha generato le piene di questi corsi d'acqua si sviluppa in un ampio intervallo temporale compreso tra il 12 ed il 27 novembre; un flusso di correnti umide provenienti dal Mediterraneo, richiamate da un'ampia depressione atlantica estesa dall'Europa nord – occidentale alle coste settentrionali africane, viene a scontrarsi in alta quota con aria a temperatura inferiore, provocando condizioni di grande instabilità ed il conseguente sviluppo di intense precipitazioni che interessano il Piemonte e la Lombardia a partire dalla mattina del 14 novembre. Nei giorni successivi le piogge continuano con intensità decrescente fino al 22 novembre, giorno in cui si esaurisce la depressione originaria e si origina una nuova area depressionaria che porta a precipitazioni più vigorose a partire dal 24 novembre sino al 27 novembre, data in cui gradualmente cessa la sua attività.

Limitando la presente trattazione all'ambito territoriale di interesse, si possono distinguere due fasi del fenomeno meteorologico: la prima, dal 12 al 22 novembre, in cui le abbondanti piogge hanno contribuito alla saturazione del suolo ed all'aumento delle portate dei corsi d'acqua, ed una seconda fase, dal 23 al 27 novembre, in cui le intense precipitazioni, essendo diminuita sia la capacità di ritenzione del terreno che di contenimento degli alvei, hanno favorito lo sviluppo di onde di piena lungo i corsi dei fiumi Adda, Brembo e Lambro.

I valori di precipitazione più elevati si riferiscono al Bacino del Fiume Brembo: il valore massimo di pioggia giornaliera, misurato alla stazione meteorologica di Carona (BG), è stato di 248 mm (il 26 novembre) mentre il valore massimo cumulato alla medesima stazione nei giorni 23 – 27 novembre è stato di 431 mm; alla stazione pluviometrica di Valtorta (BG) il valore cumulato di precipitazioni dal 13 al 30 novembre ha raggiunto 825 mm.

L'analisi delle piogge orarie e giornaliere portano a definire una situazione gravosa per precipitazioni di durata superiore alle 12 ore, tali da sollecitare corsi d'acqua con Bacini Idrografici di grandi dimensioni, in particolare nella parte alta del Bacino del Brembo, a cui corrispondono valori con tempi di ritorno TR superiori ai 200 anni; la parte bassa del suo Bacino, meno interessata dall'evento, è stata valutata con valori di TR compresi tra 5 e 20 anni, simili a quelli relativi ai Bacini del Lambro, del Serio e dell'Adda Sublacuale.

Il deflusso corrispondente a tali valori di precipitazione ha portato alla formazione di ondate di piena di carattere eccezionale con portate al colmo molto elevate, misurate nelle stazioni idrometriche dotate di una scala di deflusso aggiornata che permette la trasformazione: "altezze idrometriche – portate del corso d'acqua", ovvero Lavello e Lodi sull'Adda, San Pellegrino e Ponte Briolo sul Brembo, Pone Cene sul Serio.

I valori del livello delle acque raggiunto durante l'ondata di piena al colmo rispetto allo zero idrometrico, relativamente al Bacino dell'Adda Sublacuale, sono presentate nella seguente tabella.

Bacino	Sottobacino	Idrometro	Massimo colmo (m)	Data	Ora	Secondo colmo (m)	Data	Ora
Adda		Lavello	5.28	28/11	2.30	0.18	19/11	1.00
		Lodi	3.42	27/11	3.00			
		Boccaserio	7.40	27/11	11.00			
		Pizzighettone	3.55	28/11	1.30			
	Brembo	S. Pellegrino	2.98	16/11	17.00	2.53	26/11	13.30
		Ponte Briolo	6.28	26/11	14.30	6.00	16/11	18.30
	Serio	Montodine	1.97	27/11	5.00			
		Mozzanica	3.17	26/11	19.00			

Ai valori idrometrici sopra presentati corrispondono valori di portata al colmo dell'onda di piena, calcolati sulla base delle scale di deflusso, ove presenti, oppure mediante la rappresentazione della propagazione dell'onda attraverso un modello matematico di simulazione in moto non stazionario, necessario per la carenza di dati in alcuni tratti dei corsi d'acqua e della scala di deflusso in alcune stazioni idrometriche sopraccitate (Boccaserio, Pizzighettone, Montodine, Mozzanica).

Nella successiva tabella viene presentata un'indicazione preliminare delle portate corrispondenti all'evento di piena al colmo misurate nelle cinque stazioni che hanno la scala di deflusso, stimate nel caso di Pizzighettone e Boccaserio.

Accanto ad esse, dove disponibile, viene pure associato il tempo di ritorno TR della portata di piena al colmo di riferimento riportato nella tabella n° 5 della Direttiva n° 2 del P.A.I. “*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*”.

Stazione idrometrica	Livello max colmo(m)	Portata max colmo(m ³ /s)	Q _{TR20}	Q _{TR100}	Q _{TR200}	Q _{TR500}
			(m ³ /s) ADBPO	(m ³ /s) ADBPO	(m ³ /s) ADBPO	(m ³ /s) ADBPO
Lavello (Adda)	5.28	950	680	830	900	990
Lodi (Adda)*	3.42	1575	/	/	/	/
Boccaserio (Adda)	7.40	1700	/	/	1800	/
Pizzighettone (Adda)	3.55	1570	1440	1840	2000	2220
S. Pellegrino (Brembo)	2.98	1000	/	/	/	/
Ponte Briolo (Brembo)	6.28	1130	830	1040	1130	1250
Ponte Cene (Serio)**	n.d.	230	/	/	/	/
Montodine (Serio confluyente in Adda)	1.97	n.d.	530	650	720	800

*Un recente studio idrogeologico – idraulico, condotto per la ridefinizione delle fasce di esondazione in un’area individuata dal P.A.I. come “a rischi idrogeologico molto elevato”, ha calcolato i seguenti tempi di ritorno: Q_{TR50}= 1875 m³/s; Q_{TR200}= 2000 m³/s; Q_{TR500}= 2500 m³/s.

**Si veda come riferimento la tabella presentata nel paragrafo precedente relativa ai valori dei TR in funzione delle portate al colmo di piena.

Si sottolinea che alcuni dati presentati nel Rapporto dell’Autorità di Bacino risultano incongruenti con i TR presentati nelle tabelle del P.A.I. e pertanto le stime effettuate in detto documento sono state in parte modificate.

Gli ordini di grandezza dei tempi di ritorno TR delle portate al colmo per le stazioni idrometriche considerate risultano pertanto:

- ❑ Massimo colmo a **Lavello** (950 m³/s): TR compreso tra 200 e 500 anni;
- ❑ Massimo colmo a **Lodi** (1575 m³/s): TR compreso tra 20 e 50 anni;
- ❑ Massimo colmo a **Boccaserio** (1700 m³/s): TR < 200 anni;
- ❑ Massimo colmo a **Pizzighettone** (1570 m³/s): TR compreso tra 20 e 100 anni;
- ❑ Massimo colmo a **San Pellegrino** (1000 m³/s): TR compreso tra 100 e 200 anni;
- ❑ Massimo colmo a **Ponte Briolo** (1130 m³/s): TR = 200 anni;
- ❑ Massimo colmo a **Ponte Cene** (230 m³/s): TR = 5 anni.

Dai risultati ottenuti si possono trarre alcune considerazioni generali:

- Il Bacino del Fiume Brembo è stato notevolmente sollecitato dall'evento meteorologico soprattutto nella parte alta; i livelli idrometrici misurati e le portate al colmo derivate mostrano che la piena del corso d'acqua ha avuto un carattere eccezionale, con TR dell'ordine dei 100 / 200 anni;
- L'asta del Fiume Adda Sottolacuale presenta già valori di portata elevati a Lavello, posto a circa 12 Km dal lago di Como (anch'esso ad un'altezza mai vista dal 1946), con TR superiori a 200 anni sino alla confluenza del Brembo a Canonica d'Adda;
- Dalla confluenza del Brembo in Adda sino alla città di Lodi, per un tratto di circa 30 Km, la simulazione matematica utilizzata ha permesso di stimare in circa 10 ore il tempo di traslazione dell'onda di piena al colmo, un valore abbastanza corrispondente a quello reale; la portata al colmo a Lodi ha carattere eccezionale con TR di circa 50 anni;
- Da Lodi a Boccaserio la portata rimane praticamente costante, con un leggero aumento in corrispondenza dell'apporto del Serio, che risulta piuttosto contenuto, mentre diminuisce da qui a Pizzighettone per un effetto di laminazione della piena; i TR sono notevolmente ridotti rispetto il tratto superiore dell'asta fluviale dell'Adda Sublacuale;
- Il contributo del Fiume Serio risulta modesto, con TR dell'ordine dei 5 anni sia a Ponte Cene che nel tratto conclusivo del suo corso, dove tuttavia presenta segni di erosione spondale e punti di rottura che hanno causato limitate esondazione nei territori circostanti.

Per quanto riguarda l'esondazione dei corsi d'acqua durante l'evento alluvionale di cui sopra numerose sono le informazioni che descrivono le gravi situazioni di emergenza che si sono succedute in quasi tutta la Regione e che rimarranno scolpite nelle memorie di tutti coloro che ne sono stati impotenti vittime.

Un caso su tutti è rappresentato dalla città di Lodi, dove l'esondazione ha raggiunto la sua massima ampiezza storica: numerose le aree abitate invase da acqua e fango, decine gli sfollati, migliaia di euro l'ammontare dei danni, pesanti le critiche e le accuse nei confronti dell'amministrazione ed i soccorsi, sorpresi come tutti i cittadini da questa piena erroneamente sottovalutata.

Nei giorni successivi all'evento l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha commissionato alla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma una ripresa a bassa quota delle aree colpite dalle inondazioni per quantificare i territori allagati e le criticità occorse lungo i corsi dei fiumi Adda Sottolacuale, Brembo e Serio.

L'analisi stereoscopica dei fotogrammi a scala 1:7.000 ha permesso di delineare lungo il corso dell'Adda diverse situazioni; se tra Olginate (all'uscita del Lago di Como) e Canonica d'Adda (confluenza del Brembo) non si sono verificati casi di esondazione importanti, a sud di questa

località l'evento ha interessato le zone golenali prossime all'alveo ed allagamenti notevoli in corrispondenza del centro abitato di Rivolta d'Adda per il collasso di un rilevato arginale, di Lodi, di tutta la fascia di migrazione dei meandri sino a Pizzighettone e del tratto finale arginato sino alla confluenza in Po.

Anche il territorio comunale di Montodine è stato interessato sia dall'esondazione del Fiume Adda che del Fiume Serio il quale, pur non presentando una portata eccezionale, ha subito un fenomeno di rigurgito nella zona di confluenza con la conseguente tracimazione in punti che non hanno retto l'impeto delle acque, provocando allagamenti nelle aree più prossime all'alveo.

Rotture di sponda sono state segnalate in almeno cinque punti, riportate nella Tav. 3 "Carta idrografica ed idrogeologica", due dei quali sono indicati come criticità idrauliche puntuali con le lettere D ed E; nella stessa rappresentazione cartografica si riportano anche le aree che sono state soggette all'esondazione, così come delimitate negli elaborati consultati dallo scrivente.

Si sottolinea che l'unica area abitata interessata dall'evento è stato il centro edificato di Bocca di Serio, a causa dell'insufficiente difesa opposta dal rilevato arginale posto poco più a sud e che rappresenta una criticità idraulica elevata e di urgente sistemazione.

Le rimanenti zone, allagate principalmente in seguito al rigurgito delle acque, interessano i terreni più facilmente coinvolgibili durante gli episodi di piena, come si può notare dal confronto con la classificazione proposta nella Tav. 3a "Carta del rischio di inondazione", della quale si tratterà nei paragrafi successivi.

Le informazioni relative all'evento alluvionale del 26 novembre 2002 sono state sintetizzate nella scheda di censimento n° 4 allegata al Capitolo.

3.2.4.3 INDICAZIONI CONCLUSIVE

Dall'analisi delle esondazioni storiche che hanno interessato il territorio comunale di Montodine possono essere riconosciuti, sulla base della tipologia degli eventi che lo hanno caratterizzato negli ultimi 50 anni, due scenari di riferimento principali: il primo legato al regime idrologico del Fiume Serio, il secondo a quello del Fiume Adda.

1. Gli eventi censiti dal 1960 al 1993 si riferiscono fondamentalmente al Bacino Idrografico del Fiume Serio; l'alveo del corso d'acqua, che nel tratto di pianura ha una capacità di 150 – 200 m³/s, è stato caratterizzato da portate ben superiori (500-600 m³/s nel 1979 e 300-400 m³/s nel 1993) che hanno causato gravi ed estesi fenomeni di esondazione, con TR rispettivamente tra 20-100 anni e tra 5-10 anni, come evidenziato nelle tabelle dell'Autorità

di Bacino. Le abbondanti precipitazioni in tutto il Bacino hanno generato in entrambi i casi onde di piena che a valle hanno causato allagamenti generalizzati lungo tutto il corso.

2. L'evento del 2002 è legato in particolare alla situazione che si è creata nel Bacino Idrografico del Fiume Adda, mentre il contributo netto apportato dal Bacino del Fiume Serio è risultato marginale, essendo stato il corso d'acqua caratterizzato da una portata a cui corrispondono TR dell'ordine dei 5 anni. L'allagamento del territorio comunale è perciò legato al regime dell'Adda, il quale all'idrometro di Boccaserio ha fatto registrare un colmo di $700 \text{ m}^3/\text{s}$, con $\text{TR} < 200$ anni; il livello raggiunto dalle acque del fiume, esondato in più punti, ha inoltre limitato la naturale funzione di scarico delle acque da parte del Serio, il quale per un fenomeno di rigurgito ha subito il rapido innalzamento del livello idrometrico sino alla tracimazione per varie rotture lungo le sponde. Tale quota idrometrica corrisponde ad una portata che sulla base della capacità di contenimento del corso d'acqua si stima superiore ai $150 - 200 \text{ m}^3/\text{s}$.

**SCHEDE PER IL CENSIMENTO DELLE
ESONDAZIONI STORICHE**

SCHEDA N° 1 PER IL CENSIMENTO DELLE ESONDAZIONI STORICHE

1. DATI GENERALI

n° di riferimento	1	Data evento	17/09/1960	Fonte dati	Archivio GNDCl*	Attendibilità	Alta
Località	Montodine	Sezioni CTR	C7b1 – C7b2 – C7c1 – C7c2				
Comune	Montodine	Coordinate Gauss-Boaga da CTR					
Codice ISTAT	03019059	Coordinata x	1555995 E	Coordinata x	1556120 E		
Provincia	Cremona	Coordinata y	5015578 N	Coordinata y	5014802 N		
Comunità Montana	/	Riferimento cartografia	PAI	Foglio 141 – Sezione III "Castelleone"			
Bacino idrografico	Fiume Po	Tratto fasciato	SI	X	NO		
Sottobacino (Ordine II)	Fiume Adda	Corso d'acqua interessato			Fiume Serio		
Sottobacino (Ordine III)	Fiume Serio						

2. DESCRIZIONE EVENTO

Cause	Evento meteorologico tipicamente autunnale caratterizzato da precipitazioni abbondanti distribuite nell'arco di alcuni giorni						
Altri eventi di esondazione in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento	Schede di censimento n° 2, 3 e 4	
Dissesti di sponda avvenuti in corrispondenza del tratto in oggetto	SI		NO	X	Riferimento		
Superficie comunale interessata (Km ² totali)	ca 0.079	Superficie interessata in destra idrografica Km ²		0.009	Portata stimata	dato non disponibile	
		Superficie interessata in sinistra idrografica Km ²		0.07			
Danni ad opere o manufatti	nessuno						
Elementi a rischio	nessuno					n° persone coinvolte	nessuna
Informazioni generali	Interessati al fenomeno di esondazione fluviale anche parte dei territori comunali di Sergnano (località Trezzolasco) e Crema (località San Bartolomeo dei Morti).						

3. TRATTO D'ALVEO INTERESSATO

Descrizione	Tratto di alveo monocursale ad andamento meandriforme	Lunghezza m	ca 990	Dislivello m	1
Opere e manufatti presenti	Difesa spondale in massi a nord del centro abitato posto a sud dell'alveo del Fiume Serio				
Eventuali studi, progetti esistenti o interventi eventualmente realizzati	STUDIO TELO' s.r.l. (2003) - <i>"Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione"</i> **				

NOTE:

* Progetto A.V.I. : codice di riferimento della piena n° 1200311.

** Vedere in bibliografia del Capitolo 3.

SCHEMA N° 2 PER IL CENSIMENTO DELLE ESONDAZIONI STORICHE

1. DATI GENERALI

n° di riferimento	2	Data evento	22/09/1979	Fonte dati	Archivio GNDCI* - Consorzio **	Attendibilità	Alta
Località	Montodine	Sezioni CTR	C7b1 – C7b2 – C7c1 – C7c2				
Comune	Montodine	Coordinate Gauss-Boaga da CTR					
Codice ISTAT	03019059	Coordinata x	1555896 E	Coordinata x	1554698 E		
Provincia	Cremona	Coordinata y	5016445 N	Coordinata y	5011534 N		
Comunità Montana	/	Riferimento cartografia	PAI	Foglio 141 – Sezione III “Castelleone”			
Bacino idrografico	Fiume Po	Tratto fasciato	SI	X	NO		
Sottobacino (Ordine II)	Fiume Adda	Corso d'acqua interessato			Fiume Serio		
Sottobacino(Ordine III)	Fiume Serio						

2. DESCRIZIONE EVENTO

Cause	Evento meteorologico di straordinaria intensità: nei giorni 21/22 settembre si ebbero 200 mm di pioggia totale in Alta Val Seriana ed in pianura 139 mm dalle ore 20 del giorno 21 alle ore 6 del giorno 22.						
Altri eventi di esondazione in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento	Schede di censimento n° 1, 3 e 4	
Dissesti di sponda avvenuti in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento		
Superficie comunale interessata (Km ² totali)	ca 3.21	Superficie interessata in destra idrografica Km ²		1.69	Portata stimata	alla sezione di Crema 500-600 m ³ /s	
		Superficie interessata in sinistra idrografica Km ²		1.52			
Danni ad opere o manufatti	Scalzamento di parti di difese di sponda e sormonto di arginature						
Elementi a rischio	Zone periferiche del centro abitato, località Bocca di Serio, strutture viarie				n° persone coinvolte	nessuna	
Informazioni generali	Invasi estese zone della campagna di Sergnano dove migliaia di fagiani e di lepri sono annegati. Abbandonati alcuni cascinati. Vedere approfondimento nella relazione.						

3. TRATTO D'ALVEO INTERESSATO

Descrizione	Tratto di alveo monocursale ad andamento meandriforme	Lunghezza m	ca 6700	Dislivello m	6
Opere e manufatti presenti	Difese spondali in massi, ponte della SPREXSS591 in prossimità del centro abitato				
Eventuali studi, progetti esistenti o interventi eventualmente realizzati	STUDIO TELO' s.r.l. (2003) - <i>“Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione”</i> *** Consorzio idraulico di 3 ^a categoria del Fiume Serio – Magistrato per il Po (1986) – <i>“Carta dei suoli a rischio di inondazione del Fiume Serio”</i> , Crema (inedito). ***				

NOTE:

* Progetto A.V.I. : codice di riferimento della piena n° 1200313.

** Consorzio idraulico di 3^a categoria del Fiume Serio – Magistrato per il Po (1986) – *“Carta dei suoli a rischio di inondazione del Fiume Serio”*, Crema (inedito). Vedere approfondimento nel paragrafo.

*** Vedere in bibliografia del Capitolo 3.

SCHEDA N° 3 PER IL CENSIMENTO DELLE ESONDAZIONI STORICHE

1. DATI GENERALI

n° di riferimento	3	Data evento	25/09/1993	Fonte dati	Archivio GNDCl*	Attendibilità	Alta
Località	Montodine	Sezioni CTR	C7b1 – C7b2 – C7c1 – C7c2				
Comune	Montodine	Coordinate Gauss-Boaga da CTR					
Codice ISTAT	03019059	Coordinata x	1555194 E	Coordinata x	1554698 E		
Provincia	Cremona	Coordinata y	5014535 N	Coordinata y	5011534 N		
Comunità Montana	/	Riferimento cartografia	PAI	Foglio 141 – Sezione III “Castelleone”			
Bacino idrografico	Fiume Po	Tratto fasciato	SI	X	NO		
Sottobacino (Ordine II)	Fiume Adda	Corso d'acqua interessato			Fiume Serio		
Sottobacino (Ordine III)	Fiume Serio						

2. DESCRIZIONE EVENTO

Cause	Evento meteorologico di elevata intensità che ha coinvolto i Bacini Idrografici di vari corsi d'acqua (Adda, Serio, Oglio, Lambro)						
Altri eventi di esondazione in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento	Schede di censimento n° 1, 2 e 4	
Dissesti di sponda avvenuti in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento		
Superficie comunale interessata (Km ² totali)	ca 2	Superficie interessata in destra idrografica Km ²		1.02	Portata stimata	alla sezione di S.Maria a Crema 350-400 m ³ /s	
		Superficie interessata in sinistra idrografica Km ²		0.98			
Danni ad opere o manufatti	lievi danni ad infrastrutture di comunicazione						
Elementi a rischio	Zone periferiche del centro abitato, località Bocca di Serio, strutture viarie				n° persone coinvolte	nessuna	
Informazioni idrologiche	In alcuni punti di Rivolta d'Adda l'acqua ha raggiunto il metro e mezzo di altezza. 46 cm di acqua in piazza Cavour a Como. 60 cm di acqua sul lungolago di Laveno. 40 cm nella frazione di Laveno a Cerro. 242 mm di pioggia in 48 ore sul lariano, 234 a Bergamo, 229 a Milano, 236 a Varese, 158 a Brescia, 142 a Pavia, 98 a Sondrio, 234 a Cremona. 60 cm d'acqua nel parco Lambro a Milano. La portata del Serio a Santa Maria il 25 settembre è di 350 - 400 mc/s.						
Informazioni generali	35 comuni colpiti dall'alluvione nel bergamasco. Una vittima a Villa Santa vicino a Monza. Un'altra a Santa Maria nel cremasco. A Cucciago un treno deraglia per lo straripamento del Seveso. Sgomberate numerosissime cascine nelle campagne. 300 persone evacuate a Cassano d'Adda. Allagate le industrie alla periferia di Milano. Evacuata una famiglia ad Airuno. Inondati 1500 ettari di terreno nel cremasco, argini distrutti, alcuni miliardi i danni. 24 miliardi e mezzo di lire i danni per le sole opere pubbliche. Nelle nove province sono stati interessati dall'alluvione 157 comuni; in Provincia di Cremona interessati tutti i Comuni rivieraschi dei Fiumi Adda e Serio.						

3. TRATTO D'ALVEO INTERESSATO

Descrizione	Tratto di alveo monodorsale ad andamento meandriforme	Lunghezza m	ca 4500	Dislivello m	3
Opere e manufatti presenti	nessuno				
Eventuali studi, progetti esistenti o interventi eventualmente realizzati	STUDIO TELO' s.r.l. (2003) - <i>“Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione”</i> **				

NOTE:

* Progetto A.V.I. : codice di riferimento della piena n° 7200064.

** Vedere in bibliografia del Capitolo 3.

SCHEDA N° 4 PER IL CENSIMENTO DELLE ESONDAZIONI STORICHE

1 DATI GENERALI

n° di riferimento	4	Data evento	26/11/2002	Fonte dati	Varie*	Attendibilità	Alta
Località	Montodine	Sezioni CTR	C7b1 – C7b2 – C7c1 – C7c2				
Comune	Montodine	Coordinate Gauss-Boaga da CTR					
Codice ISTAT	03019059	Coordinata x	1555896 E	Coordinata x	1554698 E		
Provincia	Cremona	Coordinata y	5016445 N	Coordinata y	5011534 N		
Comunità Montana	/	Riferimento cartografia	PAI	Foglio 141 – Sezione III “Castelleone”			
Bacino idrografico	Fiume Po	Tratto fasciato	SI	X	NO		
Sottobacino (Ordine II)	Fiume Adda	Corso d'acqua interessato			Fiume Adda - Fiume Serio		
Sottobacino(Ordine III)	Fiume Serio						

2 DESCRIZIONE EVENTO

Cause	Evento meteorologico di elevata intensità che ha coinvolto principalmente i Bacini Idrografici dei fiumi Adda, Brembo, Lambro, Serio)						
Altri eventi di esondazione in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento	Schede di censimento n° 1, 2 e 3	
Dissesti di sponda avvenuti in corrispondenza del tratto in oggetto	SI	X	NO		Riferimento	Tav. 3 “Carta idrografica ed idrogeologica”	
Superficie comunale interessata (Km ² totali)	ca 3	Superficie interessata in destra idrografica Km ²		1.52	Portata stimata	Adda a Boccaserio: 700 m ³ /s	
		Superficie interessata in sinistra idrografica Km ²		1.48			
Danni ad opere o manufatti	Scalzamento di parti di difese di sponda, rotture spondali e sormonto di arginature, abitato di Bocca di Serio allagato						
Elementi a rischio	Zone periferiche del centro abitato, località Bocca di Serio, strutture viarie				n° persone coinvolte	2 nuclei famigliari evacuati	
Informazioni idrologiche	Vedi paragrafo relativo						
Informazioni generali	Vedi paragrafo relativo						

3 TRATTO D'ALVEO INTERESSATO (interno ai confini comunali)

Descrizione Adda	Alveo monocursale ad andamento meandriforme	Lunghezza m	ca 2000	Dislivello m	2
Descrizione Serio	Alveo monocursale ad andamento meandriforme	Lunghezza m	ca 6700	Dislivello m	6
Opere e manufatti presenti	Difese spondali in massi, ponte della SPREXSS591 in prossimità del centro abitato				
Eventuali studi, progetti esistenti o interventi eventualmente realizzati	STUDIO TELO' s.r.l. (2003) - “ <i>Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione</i> ” **				

NOTE:

*

- Autorità di Bacino del Fiume Po – “Rapporto sulla piena del novembre 2002 in Lombardia: Fiumi Lambro e Adda Sottolacuale”;
- A.I.PO – “Relazione preliminare sugli eventi del 14 novembre – 7 dicembre 2002 nel bacino del Po”;
- documenti vari disponibili sulla rete internet;
- Ufficio di Protezione Civile della Provincia di Cremona.

** Vedere in bibliografia del Capitolo 3.

3.2.5 AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE (TAV. 3a – SCALA 1: 10.000)

3.2.5.1 PREMESSA

Attraverso la rappresentazione cartografica denominata “Carta del rischio di inondazione” è stata prodotta una suddivisione del territorio comunale in zone omogenee dal punto di vista del rischio di allagamento da parte dei Fiumi Adda e Serio.

Si sottolinea che nella presente trattazione non è stato considerato il potenziale rischio di allagamento da parte dei corsi d’acqua minori (rogge, fossi, colatori...) derivante essenzialmente da fenomeni di rigurgito e sormonto spondale; questo si può tuttavia ritenere un problema secondario in relazione al più rilevante rischio di inondazione derivante dai due corsi d’acqua principali.

E’ necessario comunque prevedere attività di manutenzione e monitoraggio da parte del “soggetto gestore” nei tratti dei corsi d’acqua costituenti il reticolo idrografico secondario, ed in particolare in quelli della Roggia Comuna che attraversano il centro abitato, i quali in occasione delle piene del Fiume Serio possono trovare impedimento alla naturale funzione di scarico nell’alveo principale a causa dell’aumento del suo livello idrometrico, con conseguenti fenomeni di rigurgito e di possibile tracimazione nelle aree circostanti per la rapida diminuzione della loro capacità di contenimento delle acque.

Il presente elaborato dovrà costituire la base cartografica di partenza per l’analisi dello “scenario di rischio idrogeologico” all’interno del Piano Comunale di Protezione Civile, strumento di importanza rilevante all’interno di un territorio interessato dalla presenza di due corsi d’acqua principali e la cui predisposizione è attribuita ai Comuni dalla stessa Legge 24 febbraio 1992 n° 225 “Istituzione del Servizio Nazionale di Protezione Civile”, nella quale l’art. 15 “Competenze del Comune ed attribuzioni del Sindaco” così recita:

« 1. Nell’ambito del quadro ordinamentale di cui alla legge 8 giugno 1990, n. 142, in materia di autonomie locali, ogni Comune può dotarsi di una struttura di protezione civile.

2. La Regione, nel rispetto delle competenze ad essa affidate in materia di organizzazione dell’esercizio delle funzioni amministrative a livello locale favorisce, nei modi e con le forme ritenuti opportuni, l’organizzazione di strutture comunali di protezione civile.

3. Il Sindaco è autorità comunale di protezione civile. Al verificarsi dell’emergenza nell’ambito del territorio comunale, il Sindaco assume la direzione e il coordinamento dei servizi di soccorso e di assistenza alle popolazioni colpite e provvede agli interventi necessari dandone immediata comunicazione al Prefetto e al Presidente della Giunta Regionale.

4. Quando la calamità naturale o l’evento non possono essere fronteggiati con i mezzi a disposizione del Comune, il Sindaco chiede l’intervento di altre forze e strutture al Prefetto, che

Dr. Geol. Giuseppe Malerba

adotta i provvedimenti di competenza, coordinando i propri interventi con quelli dell'autorità comunale di protezione civile ».

In base alla L. 225/92 ed al successivo D.lgs. 112/98 quindi il Sindaco rappresenta l'autorità comunale di Protezione Civile ed in caso di emergenza, in accordo con il Prefetto, è il responsabile della gestione dei soccorsi e del coordinamento delle forze disponibili; per tale motivo il Comune ha il diritto ed il dovere di dotarsi di una struttura di Protezione Civile, e di conseguenza di un "Piano di Emergenza Comunale", sulla base delle indicazioni della Direttiva Regionale "*La Pianificazione di Emergenza in Lombardia: guida ai Piani di Emergenza Comunali e Provinciali*", predisposta dalla Regione Lombardia sulla base delle competenze ad essa assegnate dal D.lgs. 112/98, art. 108.

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico, l'Autorità di Bacino del Fiume Po con l'approvazione del P.A.I. ("Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico") ha introdotto l'obbligo della redazione del "Piano di Emergenza Comunale" per tutti i Comuni interessati dalle Fasce Fluviali, come principale strumento di difesa della popolazione; tale elaborato dovrà coordinarsi ed integrarsi con il "Piano di Emergenza Provinciale" approfondendo le problematiche in esso contenute.

3.2.5.2 DEFINIZIONE DEL RISCHIO

Il principale obiettivo di un "Piano di Emergenza Comunale" consiste nell'individuazione e nell'accurata descrizione dello "scenario di rischio", nel caso in oggetto il rischio idrogeologico o più propriamente rischio di inondazione.

Non essendo questo l'obiettivo del presente lavoro, non verranno approfondite le tematiche riguardanti l'organizzazione dei soccorsi, delle aree di emergenza, delle misure di previsione e prevenzione del rischio e della elaborazione del modello di intervento, ovvero tutte quelle attività che concorrono alla definizione di una procedura operativa in caso di emergenza ("chi fa che cosa"), che dovranno essere oggetto di studi ed analisi interdisciplinari a carattere più approfondito. Tuttavia verrà qui proposta un'analisi del rischio di inondazione dal punto di vista "territoriale", ovvero la zonazione del territorio in aree il più possibile omogenee alle quali verrà associato un grado di rischio adeguato sulla base delle considerazioni che saranno presentate nel corso della trattazione. L'obiettivo della rappresentazione cartografica prodotta è quello di costituire un documento di riferimento per una successiva analisi completa dello scenario di rischio di inondazione che comprenda tutte le informazioni necessarie per affrontare una situazione di calamità naturale.

In generale il concetto di rischio (R) associato ad un particolare evento è funzione della pericolosità (P), della vulnerabilità (V) e del valore esposto (E):

- **Pericolosità (P):** rappresenta la probabilità che un fenomeno, nel caso in parola un evento alluvionale, si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità;
- **Vulnerabilità (V):** rappresenta il grado di suscettibilità del territorio agli effetti negativi prodotti dal fenomeno considerato, ovvero l'attitudine dell'elemento a rischio a subire danni, ed è funzione della distribuzione dell'urbanizzato, della densità della popolazione, della distribuzione delle attività e dei servizi pubblici, dell'ambiente naturale;
- **Valore esposto (E):** rappresenta il valore socio – economico relativo agli elementi a rischio ed è funzione della tipologia dell'elemento stesso (ospedali, scuole, stalle,...).

Il **rischio (R)** connesso con un determinato evento rappresenta pertanto il prodotto tra questi tre fattori:

$$\mathbf{R = P \times V \times E}$$

In definitiva esso rappresenta il valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni alle proprietà ed alle attività economiche dovuti ad un evento alluvionale di una data intensità che ha coinvolto una particolare area per un dato periodo di tempo.

E' sulla base di tali considerazioni preventive che dovrà essere definito un adeguato scenario di rischio al fine di minimizzare l'effetto negativo dell'evento naturale atteso.

3.2.5.3 METODOLOGIA

Il criterio principale utilizzato nella rappresentazione cartografica è basato principalmente su un'analisi di tipo geologico – geomorfologico del territorio comunale, integrata da informazioni derivanti da studi pregressi a livello sovracomunale e dall'analisi delle esondazioni storiche, aggiornate con le recenti criticità idrauliche individuate nell'ambito della pianificazione territoriale provinciale.

La scelta di tale approccio descrittivo – qualitativo al problema deriva essenzialmente dagli obiettivi perseguiti con il presente elaborato, ovvero un inquadramento generale dell'argomento che serva come punto di partenza per eventuali studi idrologici ed idraulici a livello di maggior dettaglio, come indicato in Allegato 4 ai criteri attuativi della L.R. 12/2005.

Questi studi numerico – quantitativi si basano sulla creazione di modelli matematici di simulazione fluviale che permettono, attraverso l'analisi di una notevole quantità di dati storici ed attuali relativi

al Bacino Idrografico di riferimento (pluviometrici, idrometrici, idraulici, idrogeologici, morfologici, geologici, topografici, antropici), di ricreare con una certa approssimazione il suo comportamento reale e di prevedere le ipotetiche dinamiche fluviali, come ad esempio la propagazione dell'onda di piena, la sua portata, la sua velocità ed il valore dei tiranti idrici sulle aree di esondazione a seconda di un prefissato tempo di ritorno TR.

Un modello matematico di questo tipo è stato utilizzato ad esempio dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nella definizione delle Fasce Fluviali individuate all'interno del P.A.I..

Attraverso l'utilizzo della metodologia utilizzata nel presente lavoro sono stati individuati nel Comune di Montodine 11 ambiti territoriali in funzione dell'esposizione delle aree in essi comprese al rischio di inondazione da parte dei Fiumi Adda e Serio.

Gli ambiti territoriali individuati sono stati suddivisi in 5 classi principali di rischio di inondazione, al cui interno sono state delimitate sottoclassi che specificano in modo più dettagliato l'area di appartenenza; ogni classe o sottoclasse viene identificata con un codice alfanumerico la cui numerazione aumenta al crescere del potenziale rischio di allagamento, e da un colore che gradualmente passa dal colore rosso per le aree maggiormente a rischio ad un colore verde per le zone dove esso può essere considerato pressoché nullo.

Tale procedura di valutazione rappresenta una trasposizione a livello comunale, con un grado di dettaglio più elevato, della metodologia utilizzata nel P.A.I. in relazione alla suddivisione del Bacino Idrografico del Fiume Po in unità elementari (Comuni) in funzione del rischio idraulico e/o idrogeologico al quale sono soggette.

Le zone di rischio omogeneo cartografate sono state difatti delimitate non solo in considerazione dell'assetto geomorfologico del territorio, ma anche sulla base dell'effettiva importanza socio – economica delle aree interessate, secondo la definizione di rischio data in precedenza.

Un esempio può essere rappresentato dall'abitato di Bocca di Serio, inserito in una classe di rischio maggiore delle corrispondenti aree poste in Fascia C del P.A.I. sia perché ricade in una porzione di territorio scarsamente protetta da un'eventuale esondazione fluviale, come già accaduto in passato, sia per il conseguente pericolo per l'incolumità di persone, animali e cose.

Per evidenziare tali situazioni di potenziale pericolo, sono state riportate in carta le aree in cui sono presenti attività a rischio di inondazione situate sia in Fascia B che in Fascia C del P.A.I., così come individuate nella cartografia relativa al *“Piano di Emergenza Provinciale per il Rischio Idraulico dei Fiumi Adda, Serio ed Oglio”*, al quale si rimanda per la consultazione delle schede di inquadramento ad esse associate predisposte dall'Ufficio di Protezione Civile della Provincia di Cremona.

3.2.5.4 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE

La suddivisione in sottoclassi può apparire in alcuni casi eccessivamente “forzata”, in particolar modo nelle aree in cui si è ritenuto opportuno assegnare un rischio di inondazione elevato.

Tuttavia la discrepanza presente in alcuni tratti tra le delimitazioni delle Fasce del P.A.I. e l’andamento delle scarpate morfologiche, riconosciute attraverso uno studio del territorio effettuato ad un livello di maggiore dettaglio, ha ritenuto doveroso il riconoscimento di porzioni di territorio comprese tra detti limiti e l’assegnazione ad essi di differenti codici identificativi, pur mantenendoli all’interno della medesima classe di rischio.

I limiti di ciascun ambito territoriale, oltre alle scarpate morfologiche individuate nel presente studio e rappresentate nella Tav. 2 “Carta geologica e morfologica”, sono stati desunti dai seguenti studi a carattere sovracomunale, ai quali si rimanda per eventuali approfondimenti:

1. *“P.A.I. – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino del Fiume Po” – Foglio 141 - Sezione III “Castelleone” - scala 1:25.000;*
2. *“Carta delle aree a rischio di esondazione fluviale in provincia di Cremona” – scala 1:50.000;*
3. *“Carta dei suoli a rischio di inondazione del Fiume Serio” – Allegato n° 8 – scala 1:5.000.*
4. *“Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione”.*

Le delimitazioni delle Fasce Fluviali del P.A.I. nel territorio comunale seguono i criteri definiti nelle Norme di Attuazione del P.A.I. – Titolo II – Allegato 3 – punto 2 *“Assunzioni per la delimitazione delle fasce fluviali”*:

- **Fascia A:** fissato in 200 anni il tempo di ritorno TR della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l’80% di tale portata; all’esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s;
- **Fascia B:** si assume come portata di riferimento la piena con TR di 200 anni; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;

Dr. Geol. Giuseppe Malerba

- **Fascia C:** si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa la piena con TR di 500 anni; per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili.

Per quanto riguarda la delimitazione delle aree allagate effettuata nella rappresentazione “*Carta dei suoli a rischio di inondazione del Fiume Serio*”, essa coincide con il limite esterno raggiunto dalle acque in occasione della piena eccezionale del Fiume Serio avvenuta il 22 settembre 1979, alla quale è stato attribuito un tempo di ritorno TR = 50 anni.

Come descritto in precedenza tale documento, predisposto dal “Consorzio idraulico di 3^a categoria del Fiume Serio”, ed in particolare la relazione di perizia giudiziale, testualmente riportata da detto studio, redatta a cura del collegio dei periti nominato dalla Procura della Repubblica di Crema allo scopo di accertare le cause dell'inondazione del territorio cremasco verificatasi il 21 – 22 settembre 1979, rappresenta attualmente l'elaborato di riferimento principale prodotto nell'ambito territoriale del Fiume Serio.

Nella rappresentazione cartografica prodotta per il presente studio, oltre al tracciamento di tale delimitazione, che per molti tratti coincide con i limiti delle fasce fluviali del P.A.I., si è ritenuto opportuno riportare i valori della quota massima raggiunta dalle acque in occasione della piena straordinaria del settembre 1979.

Si procede di seguito ad una breve descrizione degli ambiti territoriali individuati, della loro delimitazione e della classe e/o sottoclasse di appartenenza.

R4 - RISCHIO ELEVATO

Aree comprese tra l'alveo fluviale attivo dei Fiumi Adda e Serio e la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali (a_3) oppure tra l'alveo stesso ed il limite della Fascia A del P.A.I. (o della Fascia B se i due limiti coincidono); in esse si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia A del P.A.I..

R3 - RISCHIO ALTO

R3 / A

Aree comprese tra la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali (a_3) ed il limite della Fascia A del P.A.I. (o della Fascia B se i due limiti coincidono); in esse si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia A del P.A.I..

R3 / B

Aree comprese tra il limite della Fascia A ed il limite della Fascia B e/o “B di progetto del P.A.I.”; in esse si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia B del P.A.I..

R3 / C

Area compresa tra il limite della Fascia B ed il limite della Fascia C del P.A.I., principalmente all'interno delle Alluvioni attuali (a_3); in essa si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia C del P.A.I..

R3 / D

Aree comprese tra il limite della Fascia B del P.A.I. e la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali (a_3); solamente nella zona posta al centro del territorio comunale in destra idrografica del Fiume Serio si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia C del P.A.I..

R3 / E

Area localizzata all'interno della Fascia C del P.A.I. comprendente l'abitato di Bocca di Serio e sottesa dal “limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C del P.A.I.”, così come delimitata nel più volte citato studio idraulico relativo alle criticità idrauliche presenti nel territorio provinciale; in essa si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia B del P.A.I. fintanto che non saranno eseguite le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio (art. 31 – comma 5 delle Norme di Attuazione del P.A.I.).

R2 - RISCHIO MEDIO**R2 / A**

Aree comprese tra il limite della Fascia B ed il limite della Fascia C del P.A.I. all'interno delle Alluvioni medio – recenti (a_2); in esse si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia C del P.A.I..

R2 / B

Area situata all'interno della Fascia C del P.A.I. compresa tra il limite della Fascia B del P.A.I. e del limite dei suoli inondabili in seguito ad eventi alluvionali con tempo di ritorno $TR = 50$ anni; in esse si applicano le limitazioni urbanistiche e ambientali relative alla Fascia C del P.A.I..

R1 - RISCHIO BASSO**R1 / A**

Aree comprese tra il limite della Fascia C del P.A.I. e la scarpata morfologica principale che delimita le Alluvioni medio – recenti (a_2); per esse non si applica la disciplina urbanistica del P.A.I..

R1 / B

Area esterna alla Fascia C del P.A.I., evidenziata in via cautelativa per il fatto di comprendere una porzione del centro abitato situato a sud del corso del Fiume Serio che è sotteso dalla criticità idraulica (erosione spondale) identificata con la lettera C nella Tav. 3 “Carta idrografica ed idrogeologica”, per la quale si consiglia un continuo e frequente monitoraggio; per essa non si applica la disciplina urbanistica del P.A.I..

R0 - RISCHIO NULLO

Aree appartenenti al “Piano Generale Terrazzato” o “Livello Fondamentale della Pianura”, sopraelevate rispetto alle zone descritte in precedenza e da esse separate da una scarpata morfologica continua di notevole rigetto verticale, che le protegge da piene fluviali relative ad eventi alluvionali che presentano TR > 500 anni.

Nella successiva tabella vengono presentati i dati relativi all'estensione di ciascun ambito territoriale, a cui corrisponde una determinata classe o sottoclasse di rischio di inondazione, ed il corrispettivo rapporto, espresso in percentuale, con la superficie totale del territorio comunale (11.82 Km²).

Si precisa che nella tabella non sono stati inseriti i valori relativi all'estensione della superficie occupata dagli alvei dei Fiumi Adda e Serio.

	R4 - RISCHIO ELEVATO	R3 – RISCHIO ALTO					R2 – RISCHIO MEDIO		R1 – RISCHIO BASSO		R0 - RISCHIO NULLO
		R3/A	R3/B	R3/C	R3/D	R3/E	R2/A	R2/B	R1/A	R1/B	
SUPERFICIE CORRISPONDENTE ALLE CLASSI DI RISCHIO (Km ²)	2.76	0.15	0.85	0.10	0.06	0.17	3.00	0.04	1.30	0.01	3.02
SUPERFICIE CORRISPONDENTE ALLE CLASSI DI RISCHIO (%)	23.35	1.27	7.19	0.85	0.51	1.44	25.38	0.34	11	0.08	25.55
PERCENTUALE TOTALE DI SUPERFICIE PER CLASSE DI RISCHIO (%)	23.35 %	11.26 %					25.72 %		11.08 %		25.55 %

All'interno del P.A.I., e precisamente nell'elaborato n° 2 "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" – All. 1 "Elenco dei Comuni per classi di rischio", al Comune di Montodine viene assegnata, in una scala di valori da 1 (moderato) a 4 (molto elevato), una classe di rischio per esondazione di valore 3 (elevato).

Per un confronto puramente indicativo con la classificazione del rischio a scala di bacino effettuata nel P.A.I., si riporta di seguito la definizione del rischio idraulico e/o idrogeologico in esso utilizzato e la correlazione con la valutazione del rischio eseguita nel presente lavoro.

Classe di rischio	Valutazione del rischio idraulico e/o idrogeologico riportata in Tav. 3a	Valutazione del rischio idraulico e/o idrogeologico riportata nel P.A.I.	Definizione del rischio idraulico e/o idrogeologico riportata nel P.A.I.
R4	ELEVATO	MOLTO ELEVATO	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, agli edifici ed alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, distruzione di attività socio-economiche
R3	ALTO	ELEVATO	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale
R2	MEDIO	MEDIO	Sono possibili danni minori agli edifici ed alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche
R1	BASSO	MODERATO	I danni sociali ed economici sono marginali

3.3 ASPETTI IDROGEOLOGICI (TAV. 3 , TAV. 3c – SCALA 1:10.000)

3.3.1 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELLA RETE PIEZOMETRICA

Per la realizzazione della carta delle curve isofreatiche, assai utile per comprendere le direzioni preferenziali del flusso sotterraneo della falda superficiale, ci si è basati esclusivamente sull'acquisizione dei dati di soggiacenza della falda acquifera superficiale rilevati in corrispondenza di opportuni punti di misura, rappresentati sia da pozzi privati poco profondi, la cui unica fonte di approvvigionamento è rappresentata dalla falda freatica, sia da perforazioni appositamente realizzate ed attrezzate, ubicate dove la scarsità o la totale mancanza di dati avrebbe inevitabilmente portato ad un risultato scarsamente rappresentativo della situazione dell'area.

Si precisa che la ricerca di pozzi, privati e non, dotati delle caratteristiche necessarie alle misurazioni (esclusivo attingimento dal primo acquifero, testata del pozzo libera da flangie o comunque in grado di consentire agevolmente le operazioni di lettura), anche se estesa all'intero ambito comunale, ha evidenziato l'estrema rarità ed inattendibilità di punti di misura aventi le caratteristiche necessarie: questa situazione è dovuta in parte alla pressoché costante necessità di attingere cospicue quantità d'acqua, che indirizza inevitabilmente verso l'esecuzione di pozzi profondi e con colonne filtranti multifalda, in parte alle tipologie costruttive, che prevedono apparati esterni tali da non consentire libero accesso alla bocca del pozzo.

I punti di rilevazione consistono quindi principalmente in piezometri, realizzati in ferro zincato e/o PVC opportunamente fessurato, installati in corrispondenza delle indagini penetrometriche S.C.P.T. 26 – 27 – 28 e C.P.T. 29 – 31, la cui ubicazione è rappresentata in Tav. 4 “Carta geologico – tecnica”.

Ad integrazione delle informazioni relative al livello della falda acquifera superficiale così ottenute, sono stati utilizzati i dati informativi derivanti dalla banca dati predisposta dalla Regione Lombardia per il “Programma di Tutela ed Uso delle Acque (P.T.U.A.)”, approvato in via definitiva con D.G.R. del 29 marzo 2006 n° 2244.

In particolare sono stati impiegati i valori di pozzi e/o piezometri presenti in Comune di Montodine e nei territori comunali limitrofi che presentano una serie storica significativa aggiornata all'ottobre 2003.

La rete piezometrica così creata, costituita da pozzi e piezometri ubicati all'interno e all'esterno del territorio comunale, è formata complessivamente da una decina di punti di rilievo, la cui distribuzione territoriale ha consentito di definire con opportune interpolazioni un quadro rappresentativo della soggiacenza della falda freatica superficiale.

La metodologia utilizzata nell'elaborazione dei dati di soggiacenza per la rappresentazione delle curve isofreatiche si basa sull'operazione automatica di "contouring" effettuata mediante uno specifico software di modellazione che utilizza il "Metodo di Interpolazione di Kriging", impiegato in precedenza nel tracciamento delle curve isoipse.

La presenza di importanti aree drenanti nel territorio comunale ha reso necessario una specifica operazione "manuale" nella rappresentazione delle curve isopieze, al fine di rendere il più realistica possibile la riproduzione della superficie piezometrica.

Le curve isofreatiche così ottenute, estese all'intero territorio comunale, sono state rappresentate in cartografia con una equidistanza di 1 metro e con l'indicazione della relativa quota altimetrica rispetto al livello del mare.

Dalla loro analisi si denota un generale andamento sud - vergente delle direzioni di flusso della falda freatica, con un evidente effetto drenante operato dagli alvei dei fiumi Serio e Adda. Trattandosi di un territorio posto alla confluenza dei due corsi d'acqua, la falda freatica superficiale che scorre all'interno dei depositi permeabili delle relative valli alluvionali risulta infatti notevolmente influenzata dal loro regime idrometrico e dalle loro portate.

Il drenaggio delle acque di falda operato da questi fiumi riveste una grande importanza all'interno delle dinamiche di flusso sotterraneo, il quale può subire variazioni della direzione, in particolare nelle aree più prossime all'alveo, in occasione di immissione di acque superficiali nel serbatoio acquifero in seguito ad esondazioni durante eventi di piena.

Dal confronto tra la quota della superficie topografica e della superficie piezometrica, soggetta durante l'intero anno idrologico ad oscillazioni legate a fattori meteorologici ed antropici, è stato possibile individuare zone a diversa soggiacenza.

Queste, suddivise in quattro intervalli di profondità, sono state rappresentate nella Tav. 3c "Carta della vulnerabilità dell'acquifero freatico – Metodo G.O.D.", alla quale si rimanda per ulteriori considerazioni.

3.3.2 SEZIONI IDROGEOLOGICHE (ALL. 3b)

L'interpretazione delle colonne stratigrafiche relative ai pozzi pubblici ad uso idropotabile presenti sia in territorio comunale che nei comuni limitrofi, e l'osservazione delle sezioni idrogeologiche realizzate sulla base di tali informazione, integrate dalle stratigrafie significative di pozzi privati, nello "Studio idrogeologico della provincia di Cremona", permette di giungere ad una caratterizzazione spaziale sufficientemente dettagliata dell'assetto idrogeologico del territorio in esame.

I pozzi pubblici utilizzati, forniti in allegato, sono di seguito elencati; per ognuno di essi si fornisce l'ubicazione, la ditta esecutrice, la data di perforazione e la profondità raggiunta.

1.	Montodine	via V. Bianchi	Negretti N.	1970	m. 203
2.	Credera Rubbiano	centro abitato	F.Ili Costa S.p.a.	3/1984	m. 149
3.	Gombito	via Civardi	Negretti N.	1978	m. 202
4.	Moscazzano	centro abitato	F.Ili Perazzoli S.n.c.	-----	m. 82
5.	Ripalta Arpina	centro abitato	F.Ili Costa S.p.a.	1976	m. 190
6.	Ripalta Guerrina	via Piave	Negretti N.	6/1983	m. 124
7.	Castelleone	via Bodesine	F.Ili Costa S.p.a.	07/1969	m. 249

Le tre sezioni interpretative analizzate, riportate in Allegato 3b e le cui tracce sono indicate in Tav.1 “Carta di inquadramento territoriale”, si dispongono lungo due direttive principali: la sezione A – A’ con andamento ovest – est passa per Credera Rubbiano, Ripalta Guerrina, Ripalta Arpina, Castelleone; la sezione B – B’ in direzione nord – sud passa per Ripalta Cremasca e Moscazzano; la sezione C – C’ ad andamento nord – sud congiunge i centri abitati di Ripalta Arpina, Montodine e Gombito.

Le unità idrogeologiche individuate appartengono alla “Serie della medio – alta pianura” della Provincia di Cremona, caratterizzata da una fascia di alta trasmissività in prossimità delle alluvioni medio – recenti del Fiume Adda, che si assottiglia lentamente verso est per il delinarsi di strutture meno permeabili in corrispondenza della Valle del Fiume Serio.

Nell’area in esame, sulla base anche delle indicazioni presenti nel P.T.U.A., che individuano nel territorio regionale tre tipologie di acquifero, ovvero primo acquifero o “acquifero superficiale” (freatico), secondo acquifero (semiconfinato) e terzo acquifero o “acquifero profondo” (confinato), si riconoscono sia le prime due tipologie di acquiferi, che rappresentano quello che normalmente viene indicato con il termine di “acquifero tradizionale”, che la parte superiore dell’acquifero profondo.

Esaminando le sezioni sopraccitate è possibile esprimere le seguenti considerazioni.

SEZIONE A – A’

Si denota la presenza di un acquifero freatico superficiale potente mediamente 30 m, costituito essenzialmente da depositi sabbiosi e ghiaiosi, che si sviluppa con continuità dall’attuale Valle del Fiume Adda a Credera Rubbiano. All’altezza di Ripalta Guerrina si evidenzia la diminuzione dello spessore del primo acquifero ed il progressivo passaggio ad una litozona caratterizzata da falde semiconfinate separate da orizzonti impermeabili con spessori variabili dai 5 m ai 25 m a sviluppo

laterale continuo che garantiscono la protezione dell'acquifero tradizionale s.s., dal quale attingono alcune delle principali strutture ad uso idropotabile presenti nel territorio in esame.

Dal punto di vista idrogeologico si assiste ad una diminuzione della trasmissività delle litofacies sede dell'acquifero procedendo da ovest verso est, legata alla diminuzione degli spessori degli orizzonti permeabili, che si riducono notevolmente nei primi 80 m di sottosuolo.

Oltre tale profondità, lo spessore dell'acquifero rimane sostanzialmente inalterato, risultando ben separato da livelli argillosi che ne proteggono l'integrità.

La base dell'acquifero tradizionale può essere rilevata ad una profondità variabile tra 150 m e 160 m, al di sotto del quale si sviluppa un acquifero profondo a falde confinate che presenta nella sua parte superiore un materiale incoerente potente sino a 30 m, cui seguono in profondità alternanze di livelli impermeabili e permeabili di modesto spessore.

SEZIONE B – B' E SEZIONE C – C'

Si riconosce la presenza di un acquifero freatico superficiale a litologia essenzialmente sabbioso – ghiaiosa potente circa 25 – 30 m, all'interno del quale notevole importanza rivestono i depositi incoerenti della Valle del Fiume Adda e della Valle del Serio Morto; un livello argilloso (acquitard) a sviluppo laterale continuo, il cui spessore aumenta progressivamente avvicinandosi alla Valle del Fiume Serio, dove raggiunge uno spessore di circa 30 in prossimità di Montodine, lo separa dal sottostante acquifero tradizionale s.s..

Questo è caratterizzato nel livello superiore da un potente banco di materiale incoerente di circa 40 m, pressoché continuo nella sezione c – c', al di sotto del quale si osservano livelli di materiale a bassa permeabilità al cui interno si sviluppano livelli sabbiosi con spessori variabili dai 10 m ai 20 m, sfruttati dagli emungimenti per uso idropotabile.

Ad una profondità compresa tra circa 130 m e 160 m si assiste al passaggio all'acquifero profondo, anch'esso multistrato con livelli argillosi di notevole spessore a sviluppo continuo a cui sono intercalati lenti sabbiose e/o ghiaiose, in cui si impostano alcune strutture filtranti dei pozzi pubblici del territorio.

In definitiva, mentre al primo serbatoio può essere assegnata una trasmissività dell'ordine del $2 \cdot 10^{-2}$ m²/s, per i meno consistenti serbatoi acquiferi interposti tra le bancate argillose profonde si può rilevare un ordine di grandezza inferiore ($3 \cdot 10^{-3}$ m²/s), in funzione sia della frazione granulometrica prevalente che dello spessore dell'acquifero.

In relazione alle caratteristiche idrochimiche, si rileva che gli emungimenti sono nettamente differenziati in base al tipo di utilizzazione della risorsa: quelli meno profondi e freatici superficiali,

che traggono l'alimentazione essenzialmente dall'infiltrazione delle acque meteoriche ed irrigue, sono utilizzati esclusivamente per fini irrigui ed industriali mentre quelli più profondi, mediamente oltre i 100 m di profondità, che traggono l'alimentazione principalmente dalle aree di ricarica localizzate nelle zone settentrionali della pianura, sono utilizzati per fini idropotabili.

Nel P.T.U.A. il territorio analizzato appartiene al Bacino Idrogeologico n° 4 "Adda – Oglio", in particolare al Settore n° 5 "Crema", ubicato in corrispondenza della media pianura e limitato ad ovest dal corso del Fiume Adda, ad est dal corso del Fiume Serio, a sud dalla loro confluenza ed a nord dai confini amministrativi dei Comuni di appartenenza.

Le caratteristiche "quantitative" principali del settore in relazione ai corpi idrici sotterranei sono le seguenti:

- Base dell'acquifero tradizionale: a profondità comprese tra 80 m e 160 m;
- Trammissività media: compresa tra $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$;
- Piezometria: compresa tra 55 m e 78 m s.l.m.;
- Prelievo medio per unità di superficie: $2.27 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$;
- Rapporto tra prelievi e ricarica: 0.80;
- Classe quantitativa: B (equilibrio attuale tra disponibilità e consumi, con evoluzione da controllare mediante monitoraggio piezometrico; non sono prevedibili conseguenze negative nel breve periodo);
- Classificazione dello stato quantitativo ai sensi del D.lgs. 152/99: B (l'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile sul lungo periodo).

3.3.3 GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI

Ad integrazione dell'inquadramento idrogeologico del territorio effettuato nel precedente paragrafo, si ritiene opportuno presentare alcune informazioni desunte dallo studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", risultato della collaborazione tecnica e scientifica tra la Regione Lombardia e l'Esplorazione Italia dell' Eni Divisione Agip.

Nel sottosuolo della pianura lombarda, sulla base di dati provenienti da rilievi sismici a riflessione, carotaggi e stratigrafie di pozzi per la ricerca di idrocarburi e/o acqua, sono state riconosciute quattro unità idrostratigrafiche di rango superiore denominate "Gruppi Acquiferi A, B, C, D", rappresentate principalmente dai depositi Pleistocenici continentali e marini della Pianura Padana, delimitate da ben definiti livelli impermeabili ad estensione regionale.

Limitando al territorio in esame l'analisi dei risultati dello studio e delle rappresentazioni cartografiche ad esso allegate, può essere riconosciuta, a partire dal piano campagna, la seguente suddivisione:

GRUPPO ACQUIFERO A

Corrisponde indicativamente all'acquifero freatico superficiale ed alla parte superiore dell'acquifero semiconfinato tradizionale descritti in precedenza; la "mappa delle isobate" individua per il territorio comunale il limite basale del gruppo acquifero ad una profondità media di - 50 m s.l.m., ossia tra circa 100 m e 120 m dal piano campagna.

Lo spessore cumulativo dei depositi porosi e permeabili (ghiaiosi e sabbiosi) rappresentato nella "mappa della sabbiosità", che corrisponde all'effettiva consistenza dell'acquifero utile, è compreso tra 60 m ed 80 m.

Per tale gruppo acquifero l'area di ricarica diretta potenziale, a predominante componente verticale, coincide con l'estensione areale del gruppo stesso, essendo il tetto dell'unità idrostratigrafica rappresentato dalla superficie topografica.

GRUPPO ACQUIFERO B

Rappresenta la parte inferiore dell'acquifero tradizionale il cui limite basale, che viene fatto coincidere con il tetto dei depositi Villafranchiani (Pleistocene Inf.), varia tra - 100 m e - 200 m s.l.m., ossia mediamente tra circa 200 m e 220 m dal piano campagna, con una potenza complessiva di circa 100 m.

Lo spessore dell'acquifero utile risulta dell'ordine dei 10 / 15 m nella zona settentrionale e dei 30 / 35 m nella zona meridionale del territorio comunale.

GRUPPO ACQUIFERO C

Costituisce la parte superiore dell'acquifero profondo, con un limite basale variabile tra le profondità di - 200 m e - 300 m s.l.m., ovvero in media tra 300 m e 320 m da p.c., con uno spessore complessivo di circa 100 m ed uno spessore cumulativo dei depositi porosi e permeabili variabile tra 40 m e 60 m.

GRUPPO ACQUIFERO D

Il limite della superficie basale del gruppo coincide con l'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra, base degli acquiferi utili per uso idropotabile ed agricolo - industriale, e varia nell'area in esame tra - 200 m e - 300 m s.l.m.; lo spessore dell'acquifero saturato con acqua dolce varia tra 20 m e 40 m.

Uno schema indicativo della struttura idrogeologica della Pianura Padana viene rappresentato nella successiva tabella, che rappresenta uno stralcio di quella riprodotta nel predetto studio, così come aggiornato al marzo 2005, e ripresa anche nel P.T.U.A. per descrivere la situazione idrogeologica del sottosuolo milanese.

UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE	UNITA' IDROGEOLOGICHE	ETA'
Mazzarella S. e Martinis B. (1971)		Francani V. e Pozzi R. (1981)		AGIP – Regione Lombardia (2002)	Avanzini et alii (1995)	-
Litozona ghiaioso-sabbiosa	Acquifero Tradizionale	Fluvioglaciale Wurm	Primo Acquifero	Gruppo Acquifero A	Unità ghiaioso – sabbiosa	Pleistocene Superiore
		Fluvioglaciale Riss - Mindel	Secondo Acquifero		Unità ghiaioso – sabbiosa – limosa	Pleistocene Medio
		Ceppo Auct.		Gruppo Acquifero B	Unità a conglomerati e arenarie basali	
Litozona sabbioso-argillosa	Acquiferi profondi	Villafranchiano	Terzo Acquifero	Gruppo Acquifero C	Unità sabbioso – argillosa (facies continentali e di transizione)	Pleistocene Inferiore
Litozona argillosa				Gruppo Acquifero D		

3.3.4 VULNERABILITA' ALL'INQUINAMENTO DELL'ACQUIFERO FREATICO – METODO G.O.D. (TAV. 3c)

L'indice di vulnerabilità degli acquiferi I_v indica la maggiore o minore facilità con cui un inquinante sparso sulla superficie del suolo raggiunge la superficie dell'acquifero; esso viene definito più precisamente come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo.

Per valutarlo, e quindi valutare il grado di rischio all'inquinamento delle acque sotterranee, si ricorre alla lettura dei parametri fisici del territorio, come la litologia di superficie e del sottosuolo, con le sue proprietà intrinseche, la profondità del tetto degli orizzonti a maggiore permeabilità ed il loro spessore, l'estensione e la potenza dei livelli di depositi a permeabilità ridotta, le caratteristiche della falda freatica superficiale a pelo libero e della falda localizzata a profondità maggiori.

Nell'impossibilità di utilizzare metodi quantitativi o semi quantitativi (quali i metodi DRASTIC o SINTACS), che avrebbero richiesto un considerevole numero di dati ed informazioni, si è optato per l'utilizzo del metodo **G.O.D.**.

Il metodo G.O.D. (Foster, 1987) è un sistema d'indagine qualitativo basato su tre parametri:

G (*Groundwater occurrence*): tipologia dell'acquifero

O (*Overall lithology of aquiperm or aquitard*): litologia dell'insaturo

D (*Depth to groundwater table or strike*): profondità della superficie piezometrica

ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio o “fattore di rischio” compreso tra 0 e 1.

La sovrapposizione delle rappresentazioni cartografiche riguardanti il tipo di acquifero, la litologia dell'insaturo e la soggiacenza della falda freatica superficiale, permette di individuare una serie di aree poligonali omogenee il cui indice di vulnerabilità è dato dall'equazione:

$$I_v = G \cdot O \cdot D$$

I risultati ottenuti per ogni poligono vengono rapportati direttamente a cinque gradi di vulnerabilità, variabili da trascurabile ad elevato, e permettono di rappresentare zone a rischio omogeneo.

Nell'area in esame, dal confronto tra la quota della superficie topografica e della superficie piezometrica, è stato possibile individuare quattro zone a diversa soggiacenza.

Sulla base dell'intersezione dei dati sopra indicati, si è proceduto all'individuazione delle aree in cui soggiacenza e litologia superficiale risultassero omogenee, venendo così ad identificare 11 differenti aree poligonali.

Per ogni poligono è stato assegnato un valore a ciascuno dei parametri considerati secondo la seguente modalità:

- al parametro **G** è stato assegnato costantemente il valore 0.6, che identifica acquiferi non confinati semi – protetti;
- al parametro **O** sono stati assegnati i valori di 0.4 per i terreni limosi e limoso – argillosi, 0.5 per i terreni sabbioso – limosi e limoso – sabbiosi, 0.6 per i terreni sabbiosi, 0.7 per i terreni sabbioso – ghiaiosi, 0.8 per i terreni ghiaiosi;
- al parametro **D** sono stati assegnati i valori di 1 per le aree a soggiacenza < 2 m, di 0.9 per le aree a soggiacenza compresa tra 2 e 5 m dal piano campagna, di 0.8 per le aree a soggiacenza compresa tra 5 e 10 m da p.c., di 0.7 per le aree a soggiacenza compresa tra 10 e 20 m da p.c..

Siccome dalla letteratura si evince che con il metodo G.O.D. si ottengono valori di vulnerabilità generalmente inferiori alla vulnerabilità reale, si è ritenuto opportuno in via cautelativa aumentare ogni valore dell'indice di vulnerabilità **Iv**, ottenuto dal prodotto dei tre fattori parametrici, del 20 %. Il risultato ottenuto dall'applicazione di tale metodo permette di individuare all'interno del territorio comunale differenti quattro gradi di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero freatico superficiale.

Grado di vulnerabilità alto: aree caratterizzate da litotipi superficiali prevalentemente ghiaiosi in prossimità degli alvei dei fiumi Serio e Adda.

Grado di vulnerabilità alto – moderato: aree caratterizzate da litotipi superficiali prevalentemente sabbioso – ghiaiosi in prossimità del tratto settentrionale dell'alveo del Fiume Serio ed in lembi di territorio nell'area orientale del territorio comunale, all'interno delle alluvioni attuali.

Grado di vulnerabilità moderato: aree caratterizzate da litotipi superficiali prevalentemente sabbiosi, che rappresentano la maggior parte del territorio, e sabbioso – ghiaiosi.

Grado di vulnerabilità basso: aree costituenti il ripiano terrazzato Wurmiano, con litotipi prevalentemente sabbioso – limosi e limoso – sabbiosi, e lembi rappresentati da litotipi limoso e limoso – argillosi a bassa permeabilità.

Determinazione quantitativa della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero freatico superficiale attraverso il Metodo G.O.D. (Foster, 1987)						
Poligono	G	O	D	Iv	Iv + 20 %	Grado di vulnerabilità
1	0.6	0.8	1	0.48	0.58	Alto
2	0.6	0.8	0.9	0.43	0.52	Alto
3	0.6	0.7	1	0.42	0.50	Alto – Moderato
4	0.6	0.7	0.9	0.38	0.46	Moderato
5	0.6	0.7	0.7	0.30	0.36	Moderato
6	0.6	0.6	1	0.36	0.43	Moderato
7	0.6	0.6	0.9	0.32	0.38	Moderato
8	0.6	0.6	0.8	0.29	0.35	Moderato
9	0.6	0.5	0.8	0.24	0.29	Basso
10	0.6	0.5	0.7	0.21	0.25	Basso
11	0.6	0.4	1	0.24	0.29	Basso

Bibliografia

AA.VV. (1996) - *“Contributo allo studio delle acque della Provincia di Cremona”* – Provincia di Cremona, Cremona.

A.I.PO (2002) – *“Relazione preliminare sugli Eventi del 14 novembre – 7 dicembre 2002 nel Bacino del Po”* – Ufficio Coordinamento del servizio di piena – Regioni: Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto – a cura dell’Ing. Gianluca Zanichelli, Parma.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (1998) – *“Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”*, Parma.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (2001) – *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino Idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po (P.A.I.)”*, Parma.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (2001) – *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino Idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po (P.A.I.) – Norme di attuazione – Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, Parma.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (2003) – *“Rapporto sulla piena del novembre 2002 in Lombardia: Fiumi Lambro e Adda Sottolacuale”* – 2^a versione, Parma.

BERRETTA G.P., FRANCANI V., FUMAGALLI L. (1992) – *“Studio Idrogeologico della Provincia di Cremona”* – Collana Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale – Pitagora Editrice, Bologna.

CASTANY G. (1987) – *“Idrogeologia – Principi e Metodi ”* – Dario Flaccovio Editore.

CELICO P. (1990) – *“Prospezioni Idrogeologiche I”* – Liguori Editore.

CIVITA M. (1994) – *“Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento: teoria e pratica”* – Pitagora Editrice, Bologna.

C.N.R. – G.N.D.C.I. (1997) – *“L’importanza della disponibilità dei dati storici relativi a calamità idrogeologiche nelle attività di pianificazione territoriale. Due esempi applicativi di utilizzo a scala comunale”* – Linea di Ricerca 3 – Unità Operative 3.29 e 3.30 - a cura di Francesco Cipolla, Oliviero Lolli, Stefania Pagliacci, Claudio Sebastiani – Ordine Nazionale dei Geologi.

C.N.R. – G.N.D.C.I. – DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE (1998) – *“Carta delle aree colpite da movimenti franosi e da inondazioni – Progetto A.V.I. – 2a Edizione – scala 1.200.000”* – Linea di Ricerca 3 – Unità Operativa 3.1 - a cura di Paola Reichenbach, Fausto Guzzetti, Mauro Cardinali - I.R.P.I., Perugia.

C.N.R. – G.N.D.C.I. (2000) – *“Progetto A.V.I. – Rapporto sull’attività svolta nel 1999”* – Linea di Ricerca 3, a cura di Fausto Guzzetti - I.R.P.I., Perugia.

C.N.R. – G.N.D.C.I. (2001) – *“Progetto A.V.I. – Rapporto di attività: anno 2000”* – Linea di Ricerca 3, a cura di Fausto Guzzetti – Unità Operativa 3.1 – I.R.P.I., Perugia.

COMPIANI F. (2004) – *“La millenaria rete irrigua del Comprensorio Cremasco: evoluzione storica e prospettive future”* – Tesi di Master II livello “Progettazione e pianificazione del paesaggio/ambiente”, a.a.2003-2004, Università degli studi di Bergamo – Politecnico di Milano.

CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO DI II° GRADO ADDA – SERIO (2005) – *“Progetto di fattibilità del Piano di riordino irriguo”* – coordinamento a cura del Prof. Gandolfi C., Crema.

CONSORZIO IDRAULICO DI 3^a CATEGORIA DEL FIUME SERIO – MAGISTRATO PER IL PO (1986) – *“Carta dei suoli a rischio di inondazione del Fiume Serio”*, Crema (inedito).

FOSTER S.S.D. (1987) – *“Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy”* – In: van Duijvenbooden G.W. & van Waegeningh H.G., eds. *Vulnerability of soil and groundwater to pollutants* – TNO – The Hague, pp. 69-86.

INFOSAFE (1999) – *“Programma provinciale di previsione e prevenzione – Livello 1”* – Provincia di Cremona – Settore Territorio, Trasporti, Statistica, Programmazione – Servizio Territorio.

PROVINCIA DI CREMONA – PROCURA DELLA REPUBBLICA DI CREMA (1981) – *“Relazione di perizia giudiziale riguardante le cause della inondazione del territorio cremasco e della città di Crema, previa verifica dello stato ed andamento del corso del Fiume Serio, delle opere idrauliche di difesa, degli invasi artificiali di monte e del loro esercizio, dell’entità delle precipitazioni e delle portate del Fiume Serio in occasione dell’evento del 21 – 22 settembre 1979”*, (inedito).

PROVINCIA DI CREMONA (1995) - *“I fontanili e i bodri in Provincia di Cremona”* – Centro di Documentazione Ambientale (CDA) – a cura di Ferrari V., Lavezzi F., Armanini B. – Editrice Primastudio, Cremona.

PROVINCIA DI CREMONA (1997) - *“Carta delle aree a rischio di esondazione fluviale in provincia di Cremona – scala 1:50.000”* – Centro di Documentazione Ambientale (CDA) – Quaderni Agro – Ambientali n° 1, a cura di Daniele Corbari.

PROVINCIA DI CREMONA (2003) - *“Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)”* – Settore Pianificazione Territoriale e Mobilità, Cremona.

PROVINCIA DI CREMONA (2004) - *“Piano di Emergenza Provinciale per il Rischio Idraulico dei Fiumi Adda, Serio ed Oglio”* – Settore Pianificazione Territoriale e Mobilità – Ufficio di Protezione Civile.

REGIONE LOMBARDIA – ENI DIVISIONE AGIP (2002) – *“Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – a cura di Cipriani Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA., Firenze.

REGIONE LOMBARDIA (2003) – *“Alluvione Novembre 2002: a che punto siamo?”* – in Rivista Bimestrale dell’U.O. Protezione Civile della R.L. “Protezione Civile News”, anno 5, marzo – aprile 2003, n° 24, Milano.

REGIONE LOMBARDIA (2004) – *“Programma di tutela e uso delle acque”* – Direzione Generale Servizi di Pubblica Utilità – Unità Organizzativa Risorse Idriche, Milano.

REGIONE LOMBARDIA (2004) – *“La Pianificazione di Emergenza in Lombardia: guida ai Piani di Emergenza Comunali e Provinciali”* – Collana “I Quaderni della Protezione Civile” n° 7.

STUDIO DI INGEGNERIA IUELE – ASTRA s.r.l. (2004) – *“L’Adda, Lodi, le alluvioni”* – Report a cura dell’Ing. Giuseppe Iuele, Potenza.

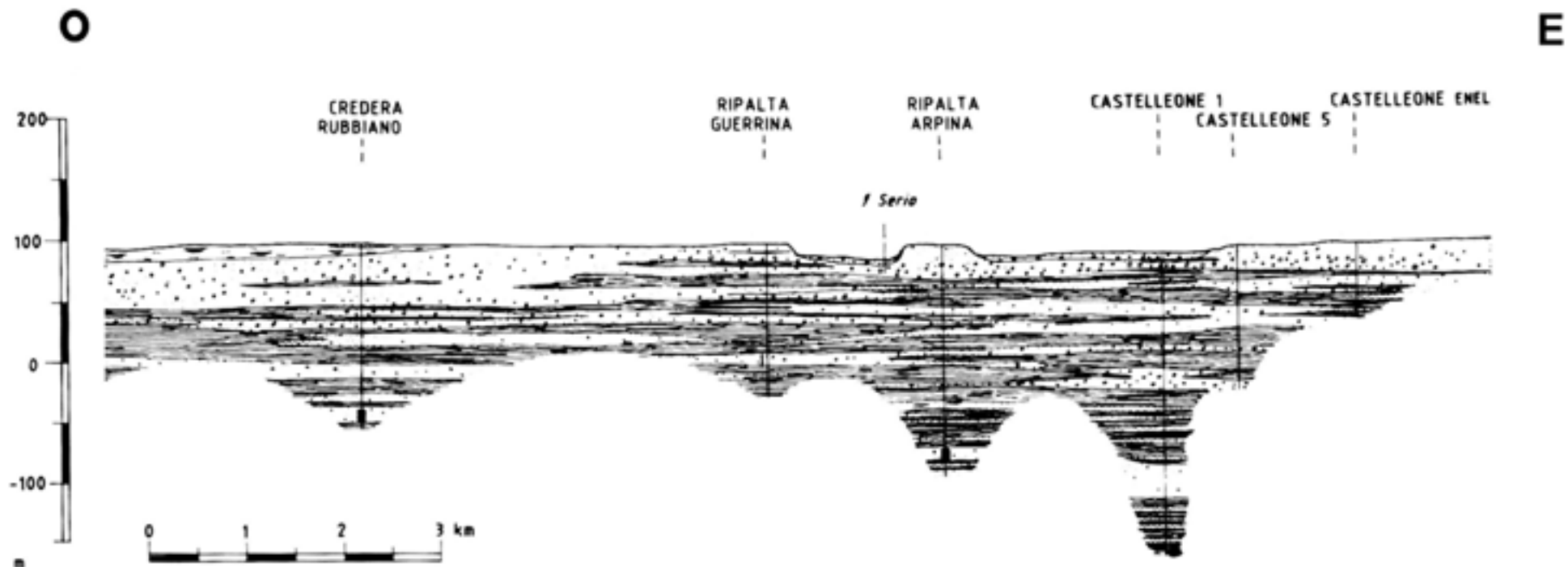
STUDIO TELO’ s.r.l. (2003) - *“Individuazione delle criticità idrauliche sul reticolo idrico primario nel territorio provinciale di Cremona per la predisposizione dei piani di emergenza e per le attività di previsione, pianificazione e prevenzione”* – Provincia di Cremona – Settore Territorio, Trasporti, Programmazione – Ufficio di Protezione Civile.

UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI MILANO – ISTITUTO DI IDRAULICA AGRARIA (2003) – *“Ricerca sui consumi irrigui e le tecniche di irrigazione in Lombardia”* – a cura del Prof. Gandolfi C., Milano.

ALLEGATO 3b

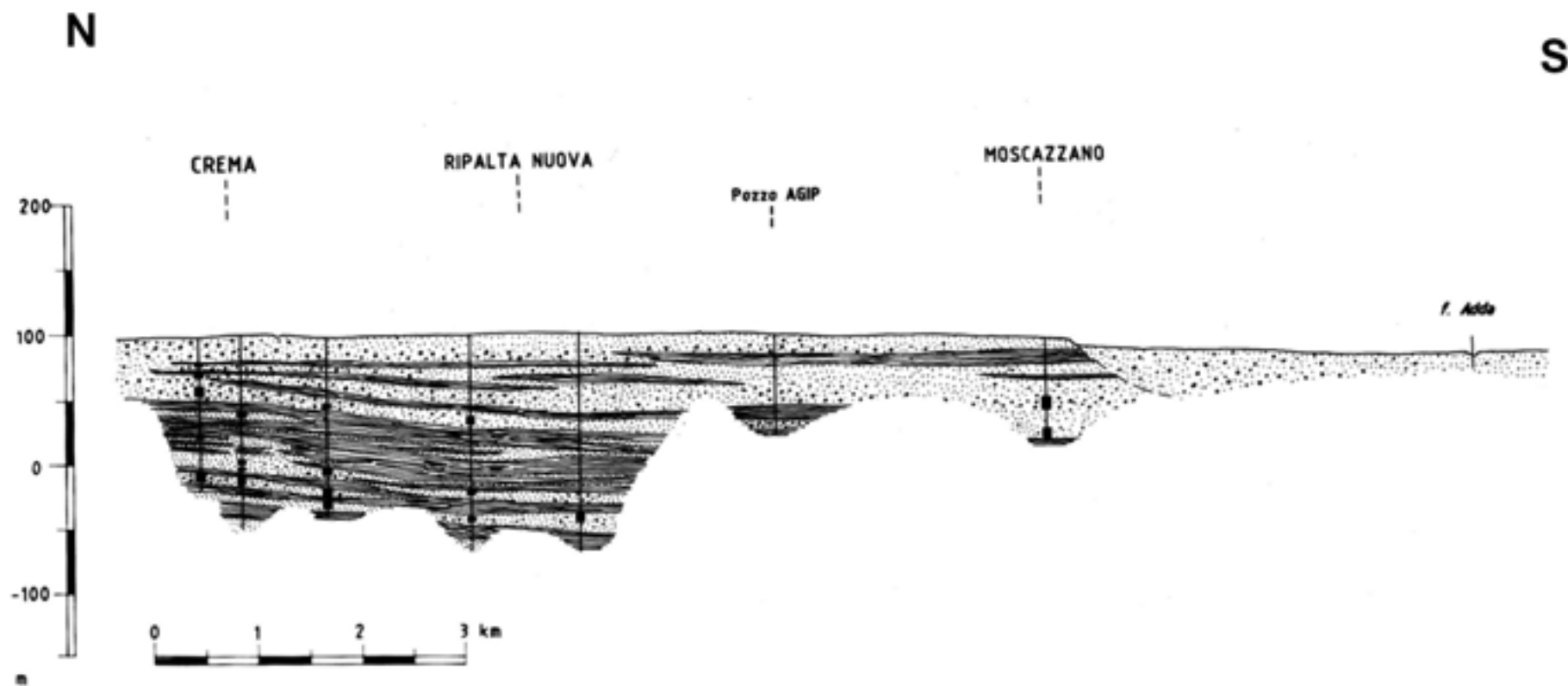
- All. 3b 1 SEZIONE IDROGEOLOGICA A – A’**
- All. 3b 2 SEZIONE IDROGEOLOGICA B – B’**
- All. 3b 3 SEZIONE IDROGEOLOGICA C – C’**

SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A'



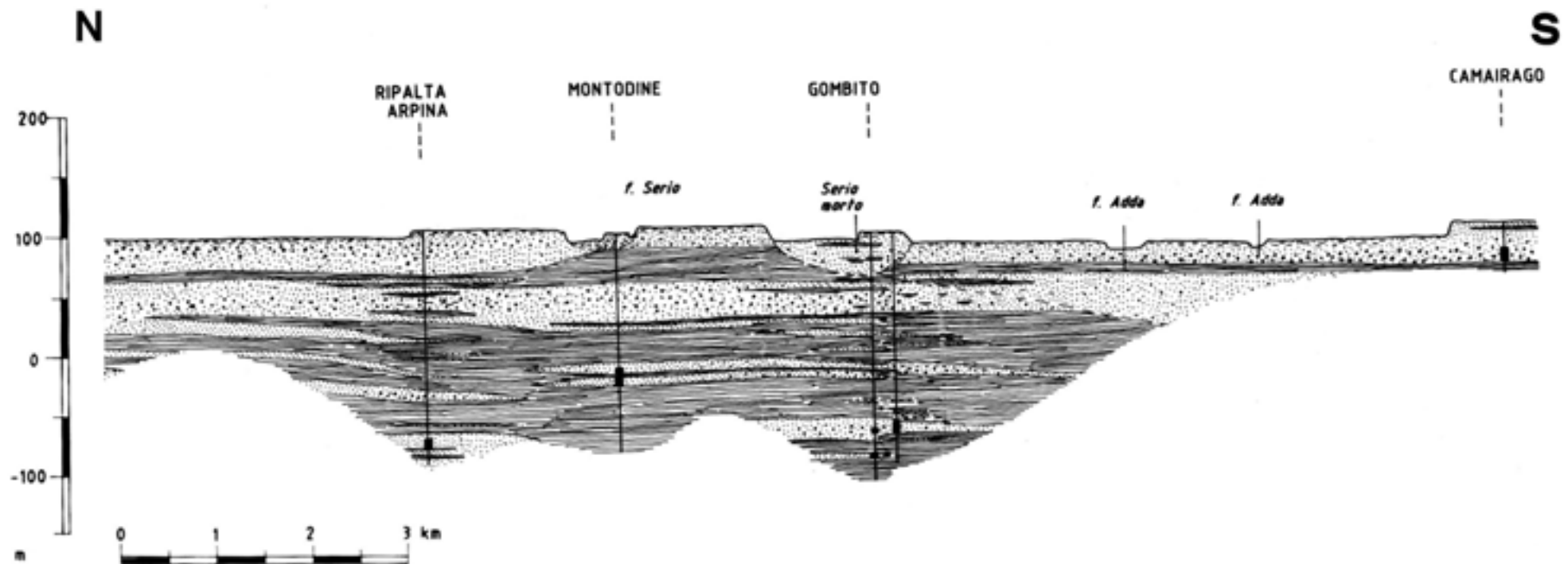
ALL. 3b 1

SEZIONE IDROGEOLOGICA B - B'



ALL. 3b 2

SEZIONE IDROGEOLOGICA C - C'



ALL. 3b 3

ALLEGATO 3d

**Colonne litostratigrafiche
dei pozzi pubblici e privati
dell'area in esame**

COMUNE Castelleone LOCALITA' Via Bodesine

DITTA PERFORATRICE F.lli COSTA fu Ernanio S.p.a. DATA ESEC. 07/1969

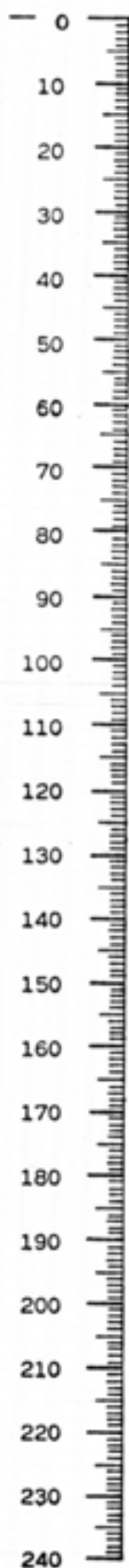
Prof. in
m dal PC

Filtri

Pozzo N° 59

Litotipi

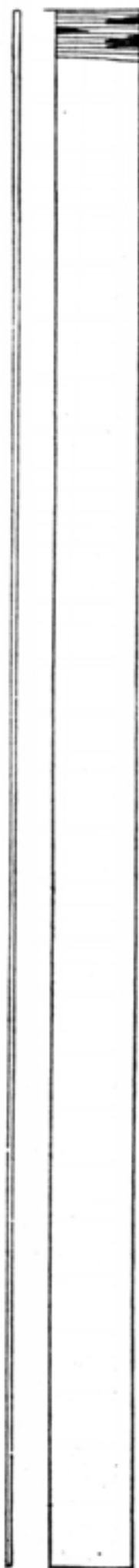
Note



qt. =
l.s. = saliente
l.d. = m 11,00
l/sec. = 50
ø

segue

240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
360
370
380
390
400
410
420
430
440
450
460
470
480
490
500
510

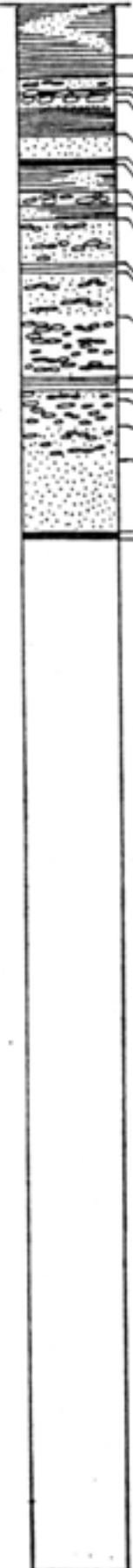




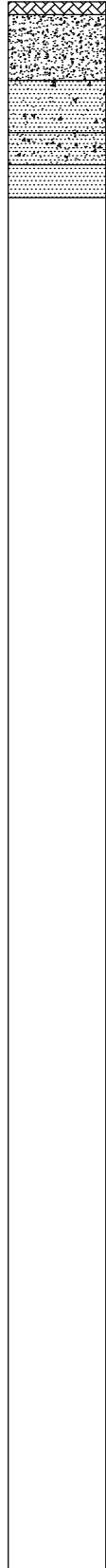
argilla con lignite

Prof. in m dal PC	Filtri	Pozzo N° 52	Litotipi	Note
0			terreno vegetale	1. Prova
			argilla	qt. =
10			sabbia con poco ghiaietto	l.s. = m. 7,30
20				l.d. = m. 13,55
30			ghiaia e poca sabbia	l/sec. = 19
			argilla	Ø 900 mm
40			sabbia	2. Prova
50			sabbia e ghiaietto	l.s. = m. 7,30
			sabbia medio-fine	l.d. = m. 18
			argilla e torba	l/sec = 30
			sabbia medio-grossa	3. Prova
60			argilla	l.s. = m. 7,30
			sabbia, ghiaietto e lenti di argilla	l.d. = m. 20,20
70			argilla	l/sec = 37
80			sabbia medio-fine	
90			argilla	
100			sabbia fine	
110			argilla con torba	
120			argilla cenere	
130			sabbia fine	
			argilla grigia	
140			sabbia media e grossa	
150			argilla	
160				
170				
180				
190				
200				
210				
220				
230				
240				

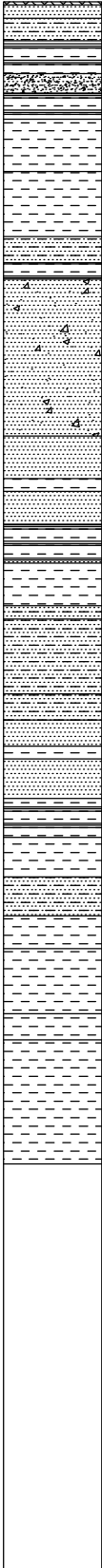
CONUNE Gombito		LOCALITA' Via Civardi 18/B F° II mapp. 407		
DITTA PERFORATRICE		NEGRETTI Nicola		DATA ESEC. 1978
Prof. in m dal PC.	Filtri	Pozzo N° 72	Litotipi	Note
0			sabbia argillosa	qt. = l.s.=m 6,60 l.d.=m 12,40 l/sec.= 21 Ø 600 mm
10			argilla	
20			sabbia con ghiaietto	
			ghiaia in matrice argillosa	
30			sabbia	
40			argilla	
			sabbia	
50			argilla	
			sabbia con ghiaietto	
60				
70			argilla compatta	
			sabbia	
80			argilla compatta	
			sabbia	
90			argilla	
			sabbia argillosa	
100			argilla	
110			sabbia	
			argilla	
120			sabbia con ghiaietto	
130			argilla	
140			sabbia fine	
			argilla	
150				
			sabbia fine	
160			argilla	
			sabbia	
170			argilla	
180			sabbia	
190			argilla	
200				
210				
220				
230				
240				

Prof. in m dal RC	Filtri	Pozzo N° 68	Litotipi	Note
0			terreno vegetale	qt. =
			sabbia fine	l.s. = m 5,80
			argilla	l.d. = m 11,98
10			sabbia con ghiaietto	l/sec. = 29
			argilla	Ø 600 mm
20			lignite	
			argilla	
			ghiaia in matrice argillosa	
30			argilla verdastra	
			sabbia con ghiaietto	
40			sabbia media	
			argilla	
			sabbia con ghiaietto	
50			sabbia fine	
			sabbia con ghiaietto	
			sabbia con argilla	
60			sabbia media	
			ghiaia ghiaietto e sabbia	
70			sabbia media	
80				
			argilla grigia	
90			sabbia	
			argilla	
			sabbia	
100			argilla	
			sabbia media	
110			argilla	
			sabbia media	
120			argilla con lignite	
			argilla cenere	
130			sabbia	
			argilla	
			sabbia	
140			argilla	
150				
			sabbia argillosa	
160			argilla	
			sabbia con ghiaietto	
170			argilla	
			sabbia argillosa	
180			sabbia media	
			sabbia con ghiaietto	
190			argilla con intercalazioni sabbiose	
200				
210				
220				
230				
240				

Prof. in m dal BC	Filtri	Pozzo N° 58	Litotipi	Note
0			sabbia argillosa	qt. =
10			argilla grigio verde	l.s. =
			ghiaietto e sabbia	l.d. =
20			argilla e ghiaia	l/sec. =
			ghiaia	Ø 600 mm
			argilla marrone	
30			sabbia fine	
			torba	
			argilla sabbiosa	
40			ghiaietto	
			argilla sabbiosa	
			sabbia media con ghiaietto	
50			argilla grigia	
			sabbia fine con ghiaietto	
			ghiaietto	
60			argilla grigia	
			ghiaietto e sabbia	
			ghiaietto	
70			sabbia fine con ghiaietto	
			sabbia fine	
80			torba	
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				
210				
220				
230				
240				

Comune: Montodine		Località: Cascina Giardino - Foglio 7 - Mappale 97		
Ditta Perforatrice		Data esc.: 03/10/1989		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo privato N° 5	Litotipi	Note
0  10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240			Terreno naturale Ghiaia Ghiaia e sabbia Ghiaietto e sabbia Sabbia sporca	Den./Rag. Soc.: AZIENDA AGRICOLA BERTUZZI GIANLUIGI FAUSTO E EREDI ANGELO pozzo ad uso zootecnico

Comune: Montodine		Località: Cascina Giardino - Foglio 7 - Mappale 97		
Ditta Perforatrice		Data esc.: 03/10/1989		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo privato N° 6	Litotipi	Note
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240			Terreno naturale Ghiaia Ghiaia e sabbia Ghiaietto e sabbia	Den./Rag. Soc.: AZIENDA AGRICOLA BERTUZZI GIANLUIGI FAUSTO E EREDI ANGELO pozzo ad uso irriguo

Comune: Montodine		Località: centro abitato - Foglio 4 - Mappale 924		
Ditta Perforatrice		Data esc.:		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo pubblico N° 2	Litotipi	Note
0			Sabbia media gialla Argilla gialla sabbiosa	Den./Rag. Soc.: PADANIA ACQUE S.p.A.
10			Argilla nera torbosa Sabbia e ghiaietto Argilla cenere con torba	
20			Argilla cenere	pozzo ad uso idropotabile
30			Argilla verde	
40			Sabbia fine argillosa Argilla torbosa scura	
50			Sabbia media e ghiaietto	
60			Sabbia media	
70			Argilla cenere	
80			Sabbia media	
90			Argilla cenere con torba Sabbia media	
100			Argilla verde compatta Sabbia fine argillosa	
110			Argilla verde sabbiosa	
120			Sabbia fine argillosa Sabbia media Argilla compatta Sabbia media	
130			Argilla con torba	
140			Argilla grigia	
150			Argilla grigia sabbiosa	
160			Argilla	
170			Argilla grigia	
180			Argilla cenere	
190			Argilla grigia scura	
200				
210				
220				
230				
240				

COMUNE Ripalta Arpina LOCALITA' centro abitato

DITTA PERFORATRICE F.lli COSTA fu Ernanio S.p.a. DATA ESEC. 1976

Prof. in m dal PC	Filtri	Pozzo N° 54	Litotipi	Note
0			argilla sabbiosa	qt. =
10			sabbia rossastra	1° l.s.=m 8,40
20			sabbia con ghiaietto	l.d.=m 21,30
30			sabbia fine	l/sec.= 17
35			ghiaia con argilla	Ø 900 mm
38			sabbia fine	2° l.s.=m 6,00
40			ghiaia con argilla	l.d.=m 19,20
42			ghiaietto con sabbia grossa	l/sec.= 20
45			argilla torbosa	3° l.s.=m 7,00
48			sabbia media	l.d.=m 22,70
50			argilla torbosa	l/sec.= 30
52			argilla	4° l.s.=m 7,00
55			sabbia fine	l.d.=m 23,80
58			argilla grigia	l/sec.= 40
60			sabbia fine media	
62			sabbia argillosa	
65			sabbia con ghiaietto	
68			sabbia argillosa	
70			argilla con torba	
72			sabbia	
75			argilla torbosa	
78			argilla sabbiosa	
82			sabbia media fine	
85			argilla grigia	
88			sabbia fine	
90			argilla torbosa	
92			sabbia fine	
95			argilla grigia	
98			argilla sabbiosa	
100			sabbia fine	
102			argilla torbosa	
105			argilla	
108			argilla grigia	
110			argilla sabbiosa	
112			sabbia fine	
115			argilla torbosa	
118			argilla	
120			argilla	
125			sabbia fine	
130			argilla torbosa	
132			sabbia media e fine	
135			argilla	
140			argilla	
145			argilla con intercalazioni sabbiose e torbose	
150			argilla con intercalazioni sabbiose e torbose	
155			sabbia con ghiaietto	
158			argilla con torba	
160			argilla grigia	
165			sabbia media	
170			sabbia media	
175			argilla grigia	
178			sabbia media	
180			argilla grigia	
182			sabbia fine	
185			sabbia fine	
190			sabbia fine	
200				
210				
220				
230				
240				

Prof. in m dal PC	Filtri	Pozzo N° 53	Litotipi	Note
0			terreno vegetale	qt. =
			sabbia con ghiaietto	1° l.s.=m 12,30
10			sabbia fine	l.d.=m 25,00
			sabbia con ghiaia	l/sec.= 25
			argilla giallastra	Ø 900 mm
20			sabbia media	
			argilla cenere	2° l.s.=m 12,30
30			sabbia argillosa	l.d.=m 19,30
			sabbia granosa	l/sec.= 16
40			argilla marrone	
			sabbia con ghiaia	
50			sabbia argillosa	
			argilla giallastra	
			sabbia	
60			argilla grigiasta	
			sabbia media	
70			argilla	
80			sabbia fine	
			argilla	
90			sabbia media grigia	
100			argilla	
			sabbia fine	
110			argilla	
120				
130				
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				
210				
220				
230				
240				

**Elenco dei pozzi privati
dell'area in esame**

n.	Nome	Foglio	Mappale	Profondità filtro (m)	Uso
1	Az. Agricola Barbieri Angelo e Michele	6	43	/	zootecnico
2	Az. Agricola Barbieri Angelo e Michele	6	44	3 - 20	zootecnico
3	Az. Agricola Marcarini Oscar	9	75	19 – 20	zootecnico
4	Az. Agricola Stanga Franco, Luigi ed Ezio	3	141	45 – 50	zootecnico
5	Az. Agricola Bertuzzi Gianluigi, Fausto e eredi Angelo	7	97	/	zootecnico
6	Az. Agricola Bertuzzi Gianluigi, Fausto e eredi Angelo	7	97	8 – 20.5	irriguo
7	Az. Agricola Piloni Luigi e Lorenzo	11	82	12 – 19	zootecnico

4. CARTA GEOLOGICO – TECNICA (TAV. 4, SCALA 1 : 10.000)

4.1 PREMESSA

L'analisi geologico - tecnica all'interno della pianificazione comunale assume particolare importanza in quanto in un territorio come quello in esame, costituito da aree di pianura alluvionale in cui la conoscenza delle caratteristiche litologiche è affidata quasi esclusivamente a dati provenienti da indagini indirette, si rileva una forte e spiccata variabilità, anche a grande scala, delle caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni direttamente interessati dai sovraccarichi applicati attraverso le strutture di fondazione.

L'approccio alla problematica ha richiesto una preventiva ricerca dei dati disponibili, poiché si è ritenuto impossibile basare l'analisi esclusivamente su indagini appositamente realizzate; pertanto si è proceduto ad una prima fase di raccolta bibliografica, in cui si è fatto ricorso ai risultati di indagini in situ raccolte dallo scrivente in tempi precedenti, e si è inoltre proceduti alla ricerca, presso enti e studi privati, di ulteriori elementi atti a fornire un quadro il più possibile completo della situazione generale del territorio.

I dati geotecnici dell'area comunale, definiti attraverso un numero complessivo di 35 verticali d'indagine, le cui colonne litostratigrafiche e di analisi geomeccanica puntuale sono rappresentate nella cartografia allegata allo studio, permettono di fornire un quadro complessivo discretamente approfondito della tematica geologico - tecnica.

Le indagini geognostiche si riferiscono in particolare a 26 prove penetrometriche statiche C.P.T., 8 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. ed un sondaggio eseguito con perforazione a rotazione.

Al margine destro della loro rappresentazione grafica sono state espresse tramite sigle le caratteristiche litologiche (G: ghiaia, S: sabbia, L: limo, A: argilla), mentre al margine sinistro si sono indicati valori di Rpm (Resistenza media alla punta, espressa in Kg/cm²) relativi alle prove statiche C.P.T. oppure i valori di N₃₀₍₂₀₎ (Numero di colpi medio necessari per un'infissione di 30 o 20 cm nel terreno della punta) relativi alle prove dinamiche S.C.P.T..

All'interno della colonna litostratigrafica viene anche segnalato il livello della falda freatica superficiale misurato durante l'esecuzione della prova oppure la profondità alla quale la chiusura del foro di indagine ne ha impedito la rilevazione.

Si precisa che i valori forniti hanno un carattere puramente indicativo, dal momento che si tratta di valori medi non generalizzabili, né tanto meno assumibili ai fini di eventuali elaborazioni geotecniche.

Poiché le prove sono state eseguite con differenti strumentazioni, le interpretazioni litologiche riferite ai corrispettivi valori numerici sono state omogeneizzate secondo un criterio di confronto e

sintesi ragionata delle caratteristiche dello strumento e delle correlazioni maggiormente utilizzate nella letteratura geotecnica.

Le caratteristiche delle apparecchiature utilizzate nelle differenti prove vengono di seguito presentate:

- **PROVE STATICHE CPT**

- **Penetrometro meccanico statico olandese tipo “Gouda” da 10 t**

Area della punta: 10 cm²;

Area della superficie laterale: 150 cm²;

Angolo di apertura del cono: 60°;

Velocità di infissione: 2 cm/s;

Costante di trasformazione: 10;

Intervallo di misurazione: ogni 20 cm di infissione.

- **SCPT 8**

- **Penetrometro dinamico tipo “TG 73-100/200”**

Massa battente: 73 Kg;

Altezza di caduta: 75 cm;

Numero colpi punta : $N = N_{30}$, numero dei colpi ogni 30 cm di infissione;

Area punta: 20.43 cm²;

Diametro punta: 51 mm.

- **SCPT 19**

- **Penetrometro dinamico D.P.S.H. (Dinamic Probing Super Heavy)**

Massa battente: 63.5 Kg;

Altezza di caduta: 70 cm;

Numero colpi punta : $N = N_{20}$, numero dei colpi ogni 20 cm di infissione;

Area punta: 20 cm².

- **SCPT 20; SCPT 23 – 24; SCPT 26 – 28**

- **Penetrometro dinamico D.P.S.H. (Dinamic Probing Super Heavy)**

Massa battente: 63.5 Kg;

Altezza di caduta: 75 cm;

Numero colpi punta : $N = N_{30}$, numero dei colpi ogni 30 cm di infissione;

Area punta: 20 cm²;

Diametro punta: 50.5 mm.

▪ **S – SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sonda a rotazione Atlas Copco B. 50 L autocarrata con colonna di perforazione $d = 150$ mm a campionamento continuo.

Anche al fine di ottimizzare le risorse fornite dalla Committenza, si è ritenuto di poter escludere le aree a vocazione chiaramente agricola, non soggette ad urbanizzazione, pur avendo esteso l'analisi interpretativa anche a queste ultime ricorrendo a dati disponibili, e naturalmente le aree con divieto di urbanizzazione ricadenti nella Fasce A e B del P.A.I..

Il lavoro svolto rappresenta esclusivamente lo strumento adottato per la successiva fase interpretativa, funzionale alla definizione del giudizio sintetico sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

4.2 MODALITA' DI ESPRESSIONE DEL GIUDIZIO SINTETICO RELATIVO ALLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E GEOMECCANICHE DEI TERRENI

Sulla base dei dati riportati in cartografia e su quanto raccolto nelle fase precedente, si è pervenuti all'individuazione di aree il più possibile omogenee sotto il profilo litologico e geomeccanico.

Il criterio utilizzato nella rappresentazione sintetica di tali caratteristiche è quello indicato dalle specifiche emanate dalla Regione Lombardia in "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale" (1993), dove si suggerisce espressamente l'utilizzazione delle metodologie a suo tempo riportate nel quaderno "*Engineering Geological Maps*" edito da Unesco Press nel 1976.

Il criterio utilizzato in questo lavoro per la rappresentazione cartografica è una specifica rielaborazione originale di dette metodologie internazionali, opportunamente adattate alle condizioni locali.

Il metodo adottato per la caratterizzazione ha consentito di fornire le indicazioni relative ai terreni entro intervalli di profondità prefissati, scelti opportunamente per renderli funzionali alle più comuni tipologie delle strutture di fondazione: il primo intervallo è compreso tra 1.00 m e 2.50 m dal p.c. e rappresenta quello più direttamente influenzato da fondazioni di tipo superficiale dirette; il secondo strato, compreso tra - 2.50 m e - 5.00 m, è quello direttamente coinvolto dai sovraccarichi applicati con le fondazioni superficiali dirette; l'ultimo intervallo è quello a profondità superiori ai 5.00 m dal p.c. e che potrebbe essere sede di fondazioni indirette.

Nell'individuazione dei livelli sopra riportati si è escluso lo strato superficiale, pari ad 1 m, in quanto esso risulta inadatto alla posa di opere di fondazione a causa della presenza della componente organica e dei problemi legati alla gelività.

Il diverso andamento della copertura a tratteggio adottata nell'elaborato cartografico tematico, verticale, orizzontale ed obliqua, caratterizza, rispettivamente, il primo, secondo e terzo strato, mentre la diversa tonalità cromatica esprime il giudizio sintetico delle qualità geomeccaniche secondo la seguente logica:

- *rosso*: “scarse” qualità geomeccaniche
- *blu*: “sufficienti” qualità geomeccaniche
- *verde*: “buone” qualità geomeccaniche

Nella scelta della terminologia adottata per individuare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni (scarso, sufficiente, buono) si è tenuto conto dei valori di resistenza media alla punta (R_{pm}) e di $N_{30(20)}$ verificati rispettivamente attraverso prove penetrometriche statiche e dinamiche, mediante le quali il giudizio sintetico espresso rappresenta un'indicazione soggettiva con cui si intende sia fornire, in modo estremamente schematico, l'indicazione della capacità portante, sia focalizzare l'attenzione degli operatori sulla possibilità dell'insorgere di cedimenti dovuti all'applicazione di sovraccarichi.

Le modalità di interpretazione dei dati espressi in carta fin qui descritte dovrebbero risultare immediate, in quanto i due elementi caratterizzanti, profondità dello strato considerato e relativo giudizio sintetico, sono chiaramente espressi sia dall'orientazione del tratteggio, sia dalle diverse colorazioni adottate.

Si precisa che il confine tra le diverse aree va ritenuto puramente indicativo, poiché la transizione fra diverse situazioni, come avviene per ogni fenomeno naturale, non può essere rappresentata da una netta delimitazione.

4.3 PRINCIPALI RISULTATI EMERSI

Sulla base della rappresentazione grafica delle caratteristiche geologico – tecniche dell'area, ed in particolare del giudizio sintetico espresso per ogni strato, si possono esprimere le indicazioni emerse dall'analisi complessiva del territorio comunale.

La frequente eterogeneità dell'assetto litostratigrafico, tipica dei depositi che hanno avuto origine dalla dinamica fluviale, caratterizzata da frequenti variazioni dell'energia trattiva delle correnti, determina condizioni deposizionali diverse che portano alla formazione di ripetute sequenze litostratigrafiche in cui risultano localizzati termini meno favorevoli dal punto di vista geologico-tecnico. La coltre superficiale del materasso alluvionale presenta infatti, anche nella porzione più superficiale, frequenti variazioni litologiche, sia verticali che orizzontali, che possono interferire negativamente con le opere di fondazione.

La coltre alluvionale oggetto di studio ha evidenziato nella sua porzione più profonda, dalla profondità di 5 m a quella massima indagata di 8 - 13 m dal p.c., caratteristiche litologiche e geomeccaniche tali da consentire di esprimere una valutazione generalmente favorevole per tutte le aree oggetto di indagine per la loro capacità di sopportare i sovraccarichi applicati senza indurre apprezzabili cedimenti assoluti e/o differenziali.

Tali condizioni hanno motivato un giudizio generalmente da “buono” a “sufficiente” in relazione alla presenza di sabbie e/o sabbie limose di discreta compattezza, con valori di Rpm mediamente superiori a 50 Kg/cm^2 e/o di $N_{30} > 15$ per i materiali prevalentemente sabbiosi, e valori di Rpm mediamente compresi fra 30 e 50 Kg/cm^2 e/o di $8 < N_{30} < 15$ per i materiali sabbioso - limosi e limoso - sabbiosi.

In questo strato si è ritenuto di dovere attribuire un giudizio “sufficiente” per la presenza di intercalazioni limose e/o limoso - argillose di limitata potenza, con valori di Rpm mediamente dell'ordine dei $10 - 30 \text{ Kg/cm}^2$ e/o di $3 < N_{30} < 8$, ed in alcuni casi di sottili livelli di argilla ed argilla organica che sono stati evidenziati all'interno di questa litozona a causa delle loro scarse caratteristiche geomeccaniche.

Per quanto riguarda lo strato di terreno costituente il livello intermedio (tra 2.50 m e 5.00 m da p.c.) le caratteristiche litologiche dei materiali presentano variazioni più significative; indagini eseguite a breve distanza tra di esse hanno rilevato spesso differenze sostanziali nei valori di Rpm e/o di N_{30} , passando ad esempio da terreni prevalentemente sabbiosi a terreni con presenza di argilla organica che necessita di particolare attenzione in sede di progettazione di nuovi centri abitativi.

Si è ritenuto pertanto di dovere attribuire ad alcune zone un giudizio “scarso”, ed in particolare in un intorno della S.C.P.T. 8 e delle C.P.T. 10 e 11, che va inteso essenzialmente con carattere

cautelativo e come suggerimento per una verifica approfondita dei terreni in aree di futura edificazione; in altre zone, ad esempio quella localizzata in prossimità delle C.P.T. 1 e 2, il materiale con caratteristiche geotecniche scadenti è presente solamente nella porzione superiore dello strato considerato, al quale è stato assegnato un giudizio “sufficiente” in funzione di un miglioramento nelle proprietà geomeccaniche nel livello sottostante.

Tre sono le porzioni di territorio alle quali è stato indicativamente assegnato un giudizio “buono”, caratterizzate essenzialmente da materiali sabbiosi che nella maggior parte dei casi presentano valori di Rpm superiori a 60 Kg/cm².

Anche lo strato di terreno più superficiale, compreso tra le profondità di 1.00 m e 2.50 m da p.c., presenta una variabilità litologica notevole e caratteristiche da “scarse” a “sufficienti”, con materiali di natura prevalentemente argillosa, limoso – argillosa e limoso – sabbiosa.

Il giudizio di “sufficiente” attribuito al materiale limoso e/o limoso – sabbioso deriva dal fatto che, pur avendo caratteristiche geotecniche tali da sopportare carichi maggiori, potrebbero dare origine a cedimenti di entità non compatibile con le strutture in progetto; in tale caso la valutazione dovrà tenere in debita considerazione il sottostante livello tra 2.50 m e 5.00 m al fine di limitare la sovrapposizione dei cedimenti assoluti e differenziali che si verificano all’interno dei due strati.

Il giudizio di “scarso” in tre zone in particolare è motivato dal fatto che detti terreni, essenzialmente costituiti da argilla inorganica e/o organica ed argilla – limosa, a causa delle loro pessime caratteristiche geotecniche possono indurre cedimenti non compatibili con le strutture qualora sottoposti a sovraccarichi considerevoli.

4.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle prove geognostiche in situ relative al territorio comunale analizzate dallo scrivente, si rilevano dunque situazioni geomeccaniche generalmente favorevoli all’edificabilità, pur rilevando che alcuni terreni, in particolare quelli più superficiali, presentano caratteristiche tali da consigliare un attento esame secondo la vigente normativa in materia (D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 e relativa circolare applicativa n° 30483 del 24 settembre 1988, D.M. 14 settembre 2005), al fine di dimensionare adeguatamente le opere di fondazione e delle strutture in progetto.

Particolare attenzione dovrà essere posta nei confronti del livello piezometrico raggiunto dalle acque della falda freatica superficiale e della sua escursione media durante l’intero anno idrologico; appositi strumenti di monitoraggio risultano necessari in aree di futura urbanizzazione che prevedono la realizzazione di volumetrie interrato.

Una carta delle curve isofreatiche di riferimento è stata realizzata per il presente lavoro nella Tav. 3 “Carta idrografica ed idrogeologica”, attraverso l’utilizzo di dati puntuali del livello freatico rilevati

Dr. Geol. Giuseppe Malerba

durante l'esecuzione delle prove penetrometriche di cui sopra e di recenti misure eseguite in quattro piezometri appositamente installati in prossimità delle prove S.C.P.T. 26 – 27 – 28 e delle prove C.P.T. 29 – 31, integrati da dati provenienti da piezometri posti al di fuori del territorio comunale. La presenza nei terreni delle acque di falda influisce anche sul loro comportamento geotecnico e per tale motivo risulta fondamentale riconoscere il livello da esse raggiunto per definire la zona di transizione tra materiale saturo e materiale non saturo.

Pur essendo assolutamente indicativi e di carattere generale, si riportano nelle successive tabelle i parametri geotecnici comunemente più utilizzati nell'analisi dei terreni di fondazione ed i corrispettivi range di valori proposti dalla letteratura geotecnica specializzata.

In esse vengono inoltre riassunte le correlazioni più utilizzate tra tali proprietà geomeccaniche ed i risultati ottenuti attraverso le prove penetrometriche (R_{pm} , N_{30}), sottolineando che esse presentano solamente un aspetto approssimativo ed un margine di variabilità dipendente da numerosi fattori (tipologia di terreno, parametri dello strumento utilizzato, ...) da considerare all'interno della fase di progettazione di qualsiasi opera di fondazione; sarà compito del professionista incaricato, sulla base delle proprie esperienze e della conoscenza specifica del territorio indagato, risalire dai valori ottenuti dalle prove indirette alle caratteristiche geolitologiche del materiale subsuperficiale ed alle sue proprietà geomeccaniche.

Tipologia di terreno	n (%)	γ_d (KN/m³)	γ_{sat} (KN/m³)
Ghiaia	20 ÷ 40	14 ÷ 21	19 ÷ 24
Sabbia	25 ÷ 50	13 ÷ 18	18 ÷ 21
Limo	30 ÷ 55	13 ÷ 18	18 ÷ 21
Argilla molle	50 ÷ 70	7 ÷ 13	14 ÷ 18
Argilla consistente	30 ÷ 50	13 ÷ 18	18 ÷ 21

Fonte: Colombo – Colleselli (1996)

n: porosità totale;

γ_d : peso specifico apparente del terreno allo stato secco;

γ_{sat} : peso specifico apparente del terreno allo stato saturo.

Materiale	Angolo di attrito Φ	
	stato sciolto	stato compatto
Sabbia a granuli arrotondati, uniforme	27.5°	34°
Sabbia a spigoli vivi, ben graduata	33°	45°
Ghiaia sabbiosa	35°	50°
Sabbia limosa	27° ÷ 33°	30° ÷ 35°
Limo inorganico	27° ÷ 30°	30° ÷ 35°

Fonte: Terzaghi – Peck (1979)

Sabbia incoerente	Densità relativa	Penetrometro standard n° colpi piede	Penetrometro statico Rp (Kg/cm ²)	Angolo di attrito Φ
Molto sciolta	< 0.2	< 4	< 20	< 30°
Sciolta	0.2 ÷ 0.4	4 ÷ 10	20 ÷ 40	30° ÷ 35°
Compatta	0.4 ÷ 0.6	10 ÷ 30	40 ÷ 120	35° ÷ 40°
Densa	0.6 ÷ 0.8	30 ÷ 50	120 ÷ 200	40° ÷ 45°
Molto densa	> 0.8	> 50	> 200	> 45°

Fonte: Colombo (1976)

Argilla coerente	Numero dei colpi standard Nspt	Coesione non drenata Cu (bar)
Molto soffice	< 2	< 0.1
Soffice	2 ÷ 4	0.1 ÷ 0.25
Plastica	4 ÷ 8	0.25 ÷ 0.5
Dura	8 ÷ 15	0.5 ÷ 1.0
Molto dura	15 ÷ 30	1.0 ÷ 2.0
Durissima	> 30	> 2.0

Fonte: Casadio - Elmi (1995)

Negli allegati che seguono vengono riportati i diagrammi delle indagini penetrometriche distribuite sul territorio comunale e le colonne litostratigrafiche associate al corrispettivo giudizio sintetico sulle qualità geomeccaniche del materiale, così come riportate nella Tav. 4 “Carta geologico – tecnica”.

Bibliografia

AA.VV. (1976) – “*Engineering Geological Maps*” – The UNESCO Press, Paris.

AA. VV. (1982) – “*Geologia tecnica*” – Speciale in occasione della Società geologica Italiana – Vol. A – Anno XXIX n° 2 – Aprile-Giugno.

CASADIO M. & ELMI C. (1995) – “*Il Manuale del Geologo*” – Pitagore Editrice, Bologna.

CESTARI F. (1990) – “*Prove geotecniche in sito*” – Geo-Graph snc Editrice, Segrate (MI).

COLOMBO P. (1976) – “*Elementi di geotecnica*” – Zanichelli Editrice, Bologna.

COLOMBO P. & COLLESELLI F. (1996) – “*Elementi di geotecnica*” - II^a edizione - Zanichelli Editrice, Bologna.

LANCELLOTTA R. (1997) – “*Geotecnica*” – Zanichelli Editrice, Bologna.

TERZAGHI K. & PECK R.B. (1979) – “*Geotecnica*” – UTET, Torino.

ALLEGATO 4.a

**DIAGRAMMI RELATIVI ALLE INDAGINI PENETROMETRICHE
STATICHE C.P.T. ESEGUITE EX – NOVO**

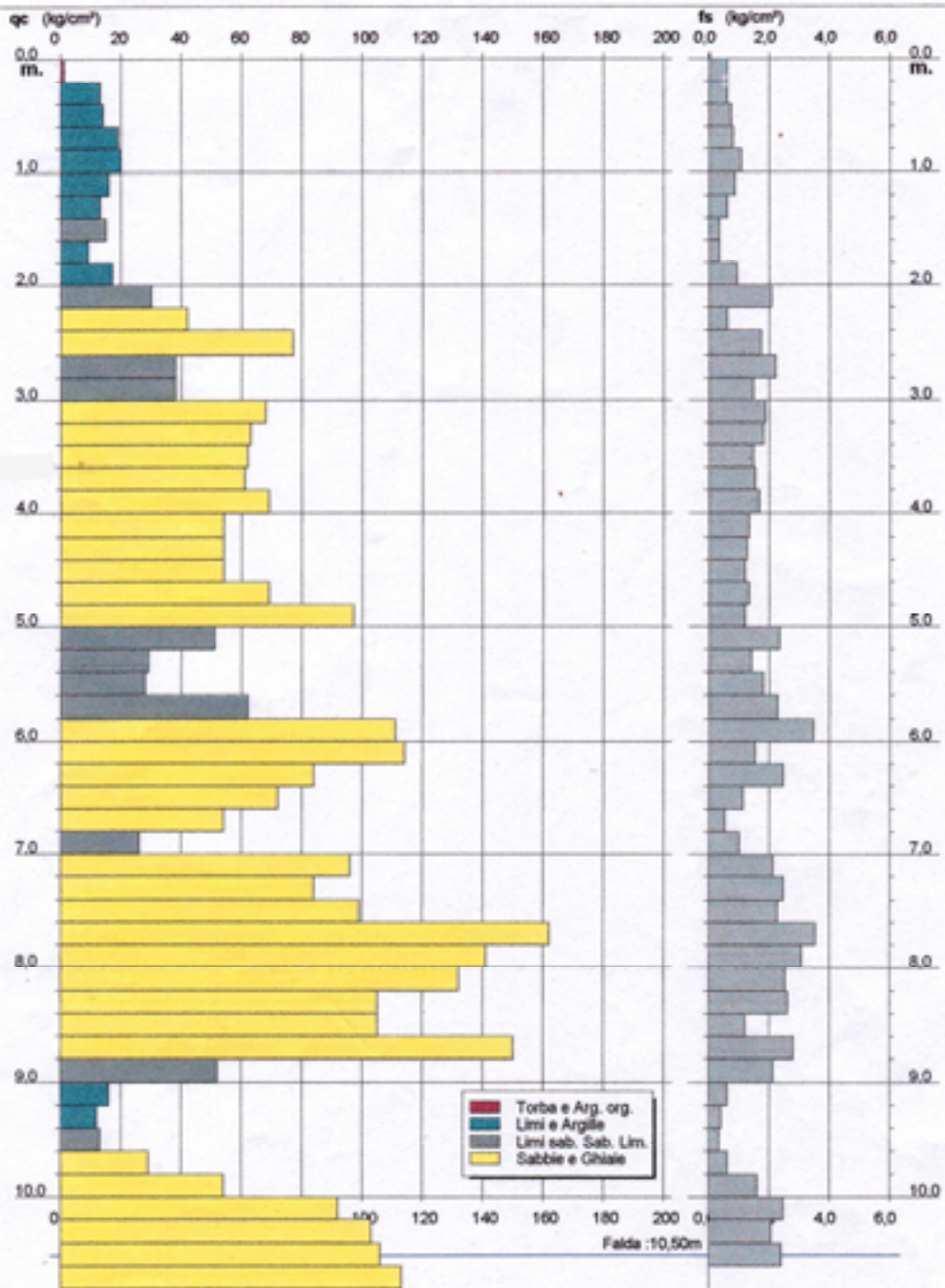
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine
- note : inserto piez. a - 10.80 metri da p.c.

- data : 14/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 10,50 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba	- data : 14/03/2006
- lavoro :	- quota inizio : Piano Campagna
- località : Montodine	- prof. falda : 10,50 m da quota inizio
- note : inserto piez.	- pagine : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	1,0	2,0	1,0	0,60	2,0	5,60	28,0	49,0	28,0	1,80	16,0
0,40	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	5,80	62,0	89,0	62,0	2,27	27,0
0,60	14,0	23,0	14,0	0,73	19,0	6,00	111,0	145,0	111,0	3,47	32,0
0,80	19,0	30,0	19,0	0,80	24,0	6,20	114,0	186,0	114,0	1,53	74,0
1,00	20,0	32,0	20,0	1,07	19,0	6,40	84,0	107,0	84,0	2,47	34,0
1,20	16,0	32,0	16,0	0,87	18,0	6,60	72,0	109,0	72,0	1,13	64,0
1,40	13,0	26,0	13,0	0,60	22,0	6,80	54,0	71,0	54,0	0,53	101,0
1,60	15,0	24,0	15,0	0,33	45,0	7,00	26,0	34,0	26,0	1,00	26,0
1,80	9,0	14,0	9,0	0,33	27,0	7,20	96,0	111,0	96,0	2,13	45,0
2,00	17,0	22,0	17,0	0,93	18,0	7,40	84,0	116,0	84,0	2,47	34,0
2,20	30,0	44,0	30,0	2,07	15,0	7,60	99,0	136,0	99,0	2,27	44,0
2,40	42,0	73,0	42,0	0,60	70,0	7,80	162,0	196,0	162,0	3,53	46,0
2,60	77,0	86,0	77,0	1,73	44,0	8,00	141,0	194,0	141,0	3,07	46,0
2,80	36,0	64,0	36,0	2,20	17,0	8,20	132,0	178,0	132,0	2,53	52,0
3,00	38,0	71,0	38,0	1,47	26,0	8,40	105,0	143,0	105,0	2,60	40,0
3,20	68,0	90,0	68,0	1,87	36,0	8,60	105,0	144,0	105,0	1,20	87,0
3,40	63,0	91,0	63,0	1,80	35,0	8,80	150,0	168,0	150,0	2,80	54,0
3,60	62,0	89,0	62,0	1,47	42,0	9,00	52,0	94,0	52,0	2,13	24,0
3,80	61,0	83,0	61,0	1,53	40,0	9,20	16,0	48,0	16,0	0,60	27,0
4,00	69,0	82,0	69,0	1,67	41,0	9,40	12,0	21,0	12,0	0,40	30,0
4,20	54,0	79,0	54,0	1,33	40,0	9,60	13,0	19,0	13,0	0,33	39,0
4,40	54,0	74,0	54,0	1,27	43,0	9,80	29,0	34,0	29,0	0,60	48,0
4,60	54,0	73,0	54,0	1,20	45,0	10,00	54,0	83,0	54,0	1,60	34,0
4,80	69,0	87,0	69,0	1,33	52,0	10,20	92,0	116,0	92,0	2,47	37,0
5,00	97,0	117,0	97,0	1,20	81,0	10,40	103,0	140,0	103,0	2,07	50,0
5,20	51,0	69,0	51,0	2,33	22,0	10,60	106,0	137,0	106,0	2,40	44,0
5,40	29,0	64,0	29,0	1,40	21,0	10,80	113,0	149,0	113,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

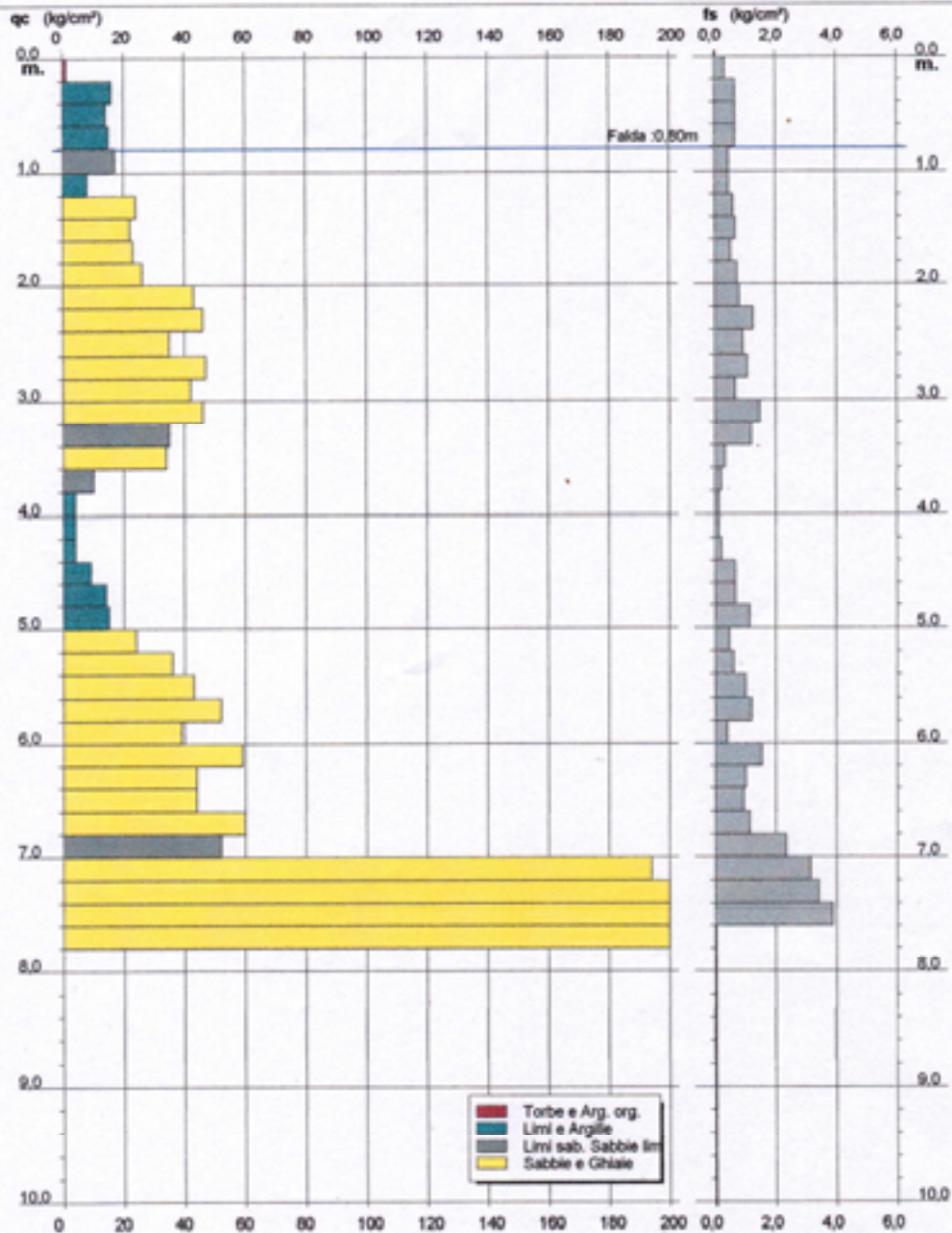
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine

- data : 14/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0,80 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**
CPT 2

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine
- note :

- data : 14/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0,80 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	1,0	2,0	1,0	0,33	3,0	4,20	4,0	6,0	4,0	0,13	30,0
0,40	16,0	21,0	16,0	0,67	24,0	4,40	4,0	6,0	4,0	0,20	20,0
0,60	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0	4,60	9,0	12,0	9,0	0,67	13,0
0,80	15,0	25,0	15,0	0,67	22,0	4,80	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0
1,00	17,0	27,0	17,0	0,47	36,0	5,00	15,0	25,0	15,0	1,13	13,0
1,20	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0	5,20	24,0	41,0	24,0	0,47	51,0
1,40	24,0	31,0	24,0	0,60	40,0	5,40	36,0	43,0	36,0	0,60	60,0
1,60	22,0	31,0	22,0	0,67	33,0	5,60	43,0	52,0	43,0	1,00	43,0
1,80	23,0	33,0	23,0	0,53	43,0	5,80	52,0	67,0	52,0	1,20	43,0
2,00	26,0	34,0	26,0	0,73	35,0	6,00	39,0	57,0	39,0	0,40	97,0
2,20	43,0	54,0	43,0	0,80	54,0	6,20	59,0	65,0	59,0	1,53	36,0
2,40	46,0	56,0	46,0	1,27	36,0	6,40	44,0	67,0	44,0	1,00	44,0
2,60	35,0	54,0	35,0	0,93	37,0	6,60	44,0	59,0	44,0	0,93	47,0
2,80	47,0	61,0	47,0	1,07	44,0	6,80	60,0	74,0	60,0	1,13	53,0
3,00	42,0	58,0	42,0	0,67	63,0	7,00	52,0	69,0	52,0	2,33	22,0
3,20	46,0	56,0	46,0	1,47	31,0	7,20	194,0	229,0	194,0	3,13	62,0
3,40	35,0	57,0	35,0	1,20	29,0	7,40	207,0	254,0	207,0	3,40	61,0
3,60	34,0	52,0	34,0	0,33	102,0	7,60	260,0	311,0	260,0	3,87	67,0
3,80	10,0	15,0	10,0	0,20	50,0	7,80	271,0	329,0	271,0	---	---
4,00	4,0	7,0	4,0	0,13	30,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 1020
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

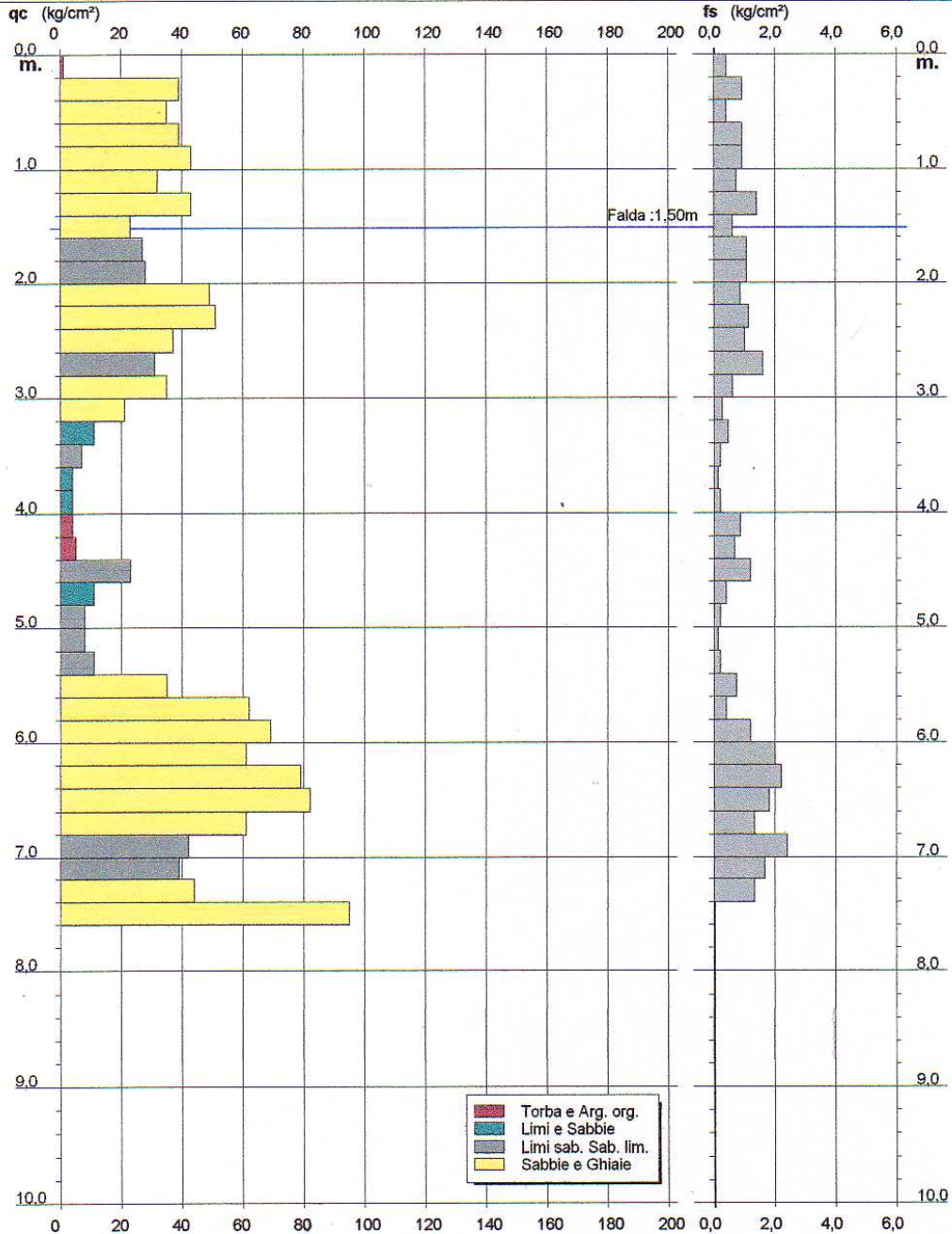
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT A

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine
- note : inserito piezometro a - 6.00 metri da p.c.

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT A

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine
- note : inserito piezometro a - 6.00 metri da p.c.

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	1,0	2,0	1,0	0,40	2,0	4,00	4,0	6,0	4,0	0,20	20,0
0,40	39,0	45,0	39,0	0,93	42,0	4,20	4,0	7,0	4,0	0,87	5,0
0,60	35,0	49,0	35,0	0,40	87,0	4,40	5,0	18,0	5,0	0,87	7,0
0,80	39,0	45,0	39,0	0,93	42,0	4,60	23,0	33,0	23,0	1,20	19,0
1,00	43,0	57,0	43,0	0,93	46,0	4,80	11,0	29,0	11,0	0,40	27,0
1,20	32,0	46,0	32,0	0,73	44,0	5,00	8,0	14,0	8,0	0,20	40,0
1,40	43,0	54,0	43,0	1,40	31,0	5,20	8,0	11,0	8,0	0,13	60,0
1,60	23,0	44,0	23,0	0,60	38,0	5,40	11,0	13,0	11,0	0,20	55,0
1,80	27,0	36,0	27,0	1,07	25,0	5,60	35,0	38,0	35,0	0,73	48,0
2,00	28,0	44,0	28,0	1,07	26,0	5,80	62,0	73,0	62,0	0,40	155,0
2,20	49,0	65,0	49,0	0,87	57,0	6,00	69,0	75,0	69,0	1,20	57,0
2,40	51,0	64,0	51,0	1,13	45,0	6,20	61,0	79,0	61,0	2,00	30,0
2,60	37,0	54,0	37,0	1,00	37,0	6,40	79,0	109,0	79,0	2,20	36,0
2,80	31,0	46,0	31,0	1,60	19,0	6,60	82,0	115,0	82,0	1,80	46,0
3,00	35,0	59,0	35,0	0,60	58,0	6,80	61,0	88,0	61,0	1,33	46,0
3,20	21,0	30,0	21,0	0,27	76,0	7,00	42,0	62,0	42,0	2,40	17,0
3,40	11,0	15,0	11,0	0,47	24,0	7,20	39,0	75,0	39,0	1,67	23,0
3,60	7,0	14,0	7,0	0,20	35,0	7,40	44,0	69,0	44,0	1,33	83,0
3,80	4,0	7,0	4,0	0,13	30,0	7,60	95,0	115,0	95,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C_t = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

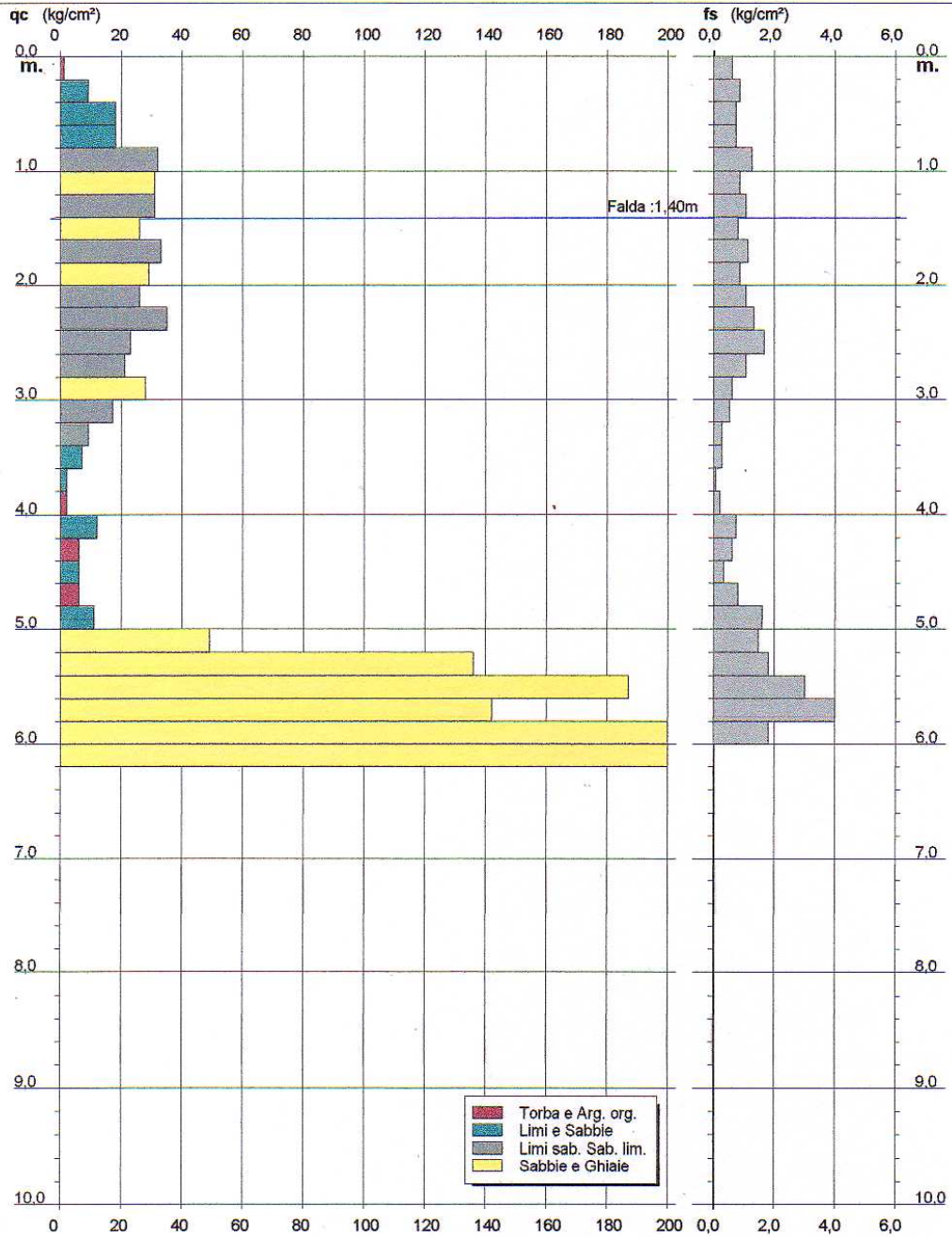
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT B

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT B

2.01PG05-033

- committente : Dott. Maierba
- lavoro :
- località : Montodine
- note :

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	1,0	2,0	1,0	0,60	2,0	3,40	9,0	17,0	9,0	0,27	34,0
0,40	9,0	18,0	9,0	0,67	10,0	3,60	7,0	11,0	7,0	0,27	26,0
0,60	18,0	31,0	18,0	0,73	25,0	3,80	2,0	6,0	2,0	0,07	30,0
0,80	18,0	29,0	18,0	0,73	25,0	4,00	2,0	3,0	2,0	0,20	10,0
1,00	32,0	43,0	32,0	1,27	25,0	4,20	12,0	15,0	12,0	0,73	16,0
1,20	31,0	50,0	31,0	0,87	36,0	4,40	6,0	17,0	6,0	0,60	10,0
1,40	31,0	44,0	31,0	1,07	29,0	4,60	6,0	15,0	6,0	0,33	18,0
1,60	26,0	42,0	26,0	0,80	32,0	4,80	6,0	11,0	6,0	0,80	7,0
1,80	33,0	45,0	33,0	1,13	29,0	5,00	11,0	23,0	11,0	1,60	7,0
2,00	29,0	46,0	29,0	0,67	33,0	5,20	49,0	73,0	49,0	1,47	33,0
2,20	26,0	39,0	26,0	1,07	24,0	5,40	136,0	158,0	136,0	1,80	76,0
2,40	35,0	51,0	35,0	1,33	26,0	5,60	187,0	214,0	187,0	3,00	62,0
2,60	23,0	43,0	23,0	1,67	14,0	5,80	142,0	187,0	142,0	4,00	36,0
2,80	21,0	46,0	21,0	1,07	20,0	6,00	245,0	305,0	245,0	1,80	136,0
3,00	28,0	44,0	28,0	0,60	47,0	6,20	392,0	419,0	392,0	---	---
3,20	17,0	26,0	17,0	0,53	32,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

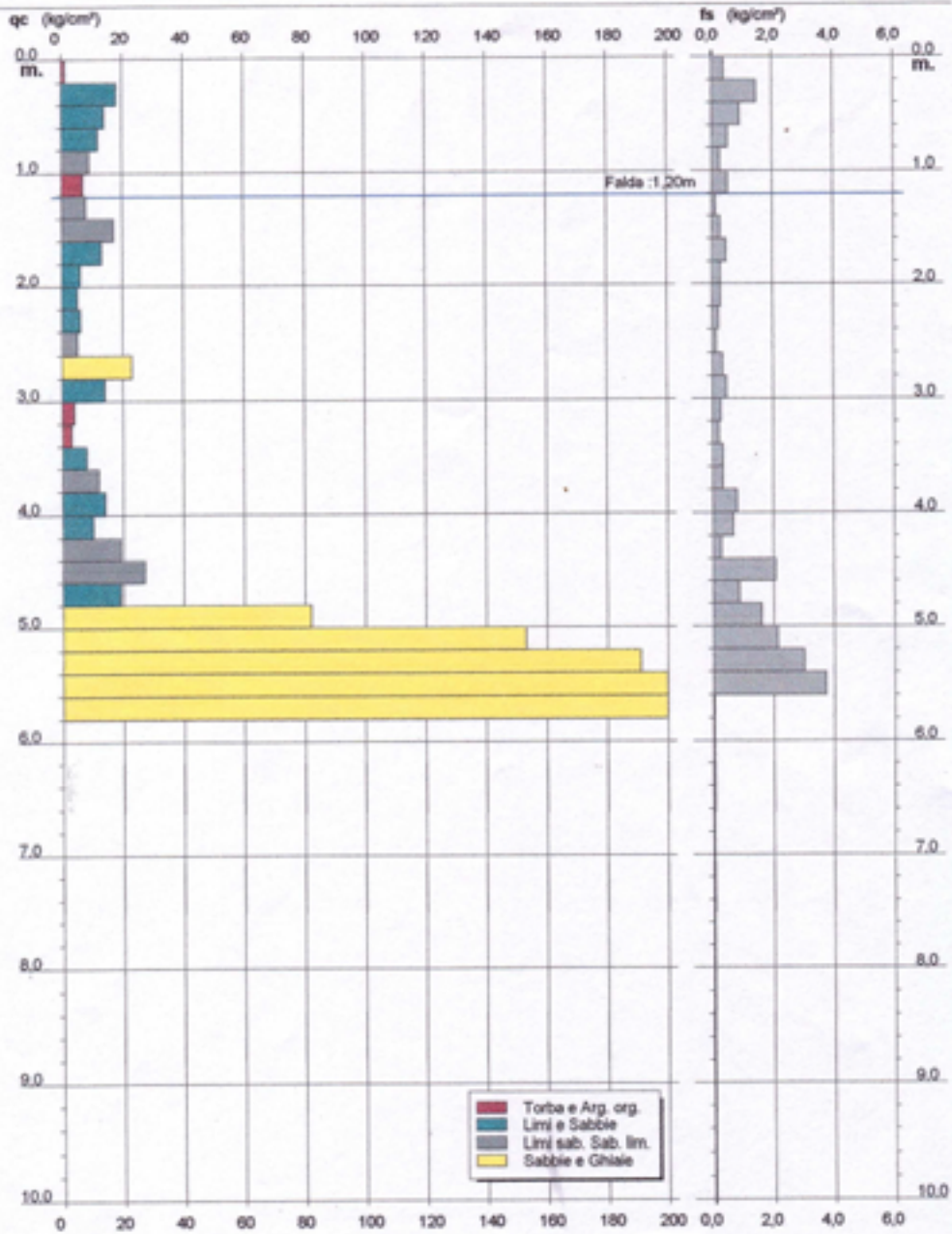
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT C

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malarba
- lavoro :
- località : Montodine

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT C

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine
- note :

- data : 30/03/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	1,0	2,0	1,0	0,40	2,0	3,20	4,0	11,0	4,0	0,27	15,0
0,40	18,0	24,0	18,0	1,47	12,0	3,40	3,0	7,0	3,0	0,20	15,0
0,60	14,0	36,0	14,0	0,93	15,0	3,60	8,0	11,0	8,0	0,33	24,0
0,80	12,0	26,0	12,0	0,53	22,0	3,80	12,0	17,0	12,0	0,33	36,0
1,00	9,0	17,0	9,0	0,27	34,0	4,00	14,0	19,0	14,0	0,80	17,0
1,20	7,0	11,0	7,0	0,53	13,0	4,20	10,0	22,0	10,0	0,67	15,0
1,40	8,0	16,0	8,0	0,13	60,0	4,40	19,0	29,0	19,0	0,27	71,0
1,60	17,0	19,0	17,0	0,27	64,0	4,60	27,0	31,0	27,0	2,07	13,0
1,80	13,0	17,0	13,0	0,47	28,0	4,80	19,0	50,0	19,0	0,87	22,0
2,00	6,0	13,0	6,0	0,27	22,0	5,00	82,0	95,0	82,0	1,60	51,0
2,20	5,0	9,0	5,0	0,27	19,0	5,20	153,0	177,0	153,0	2,13	72,0
2,40	6,0	10,0	6,0	0,20	30,0	5,40	191,0	223,0	191,0	3,00	64,0
2,60	5,0	8,0	5,0	0,13	37,0	5,60	353,0	398,0	353,0	3,73	95,0
2,80	23,0	25,0	23,0	0,33	69,0	5,80	396,0	452,0	396,0	—	—
3,00	14,0	19,0	14,0	0,47	30,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 1020R
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

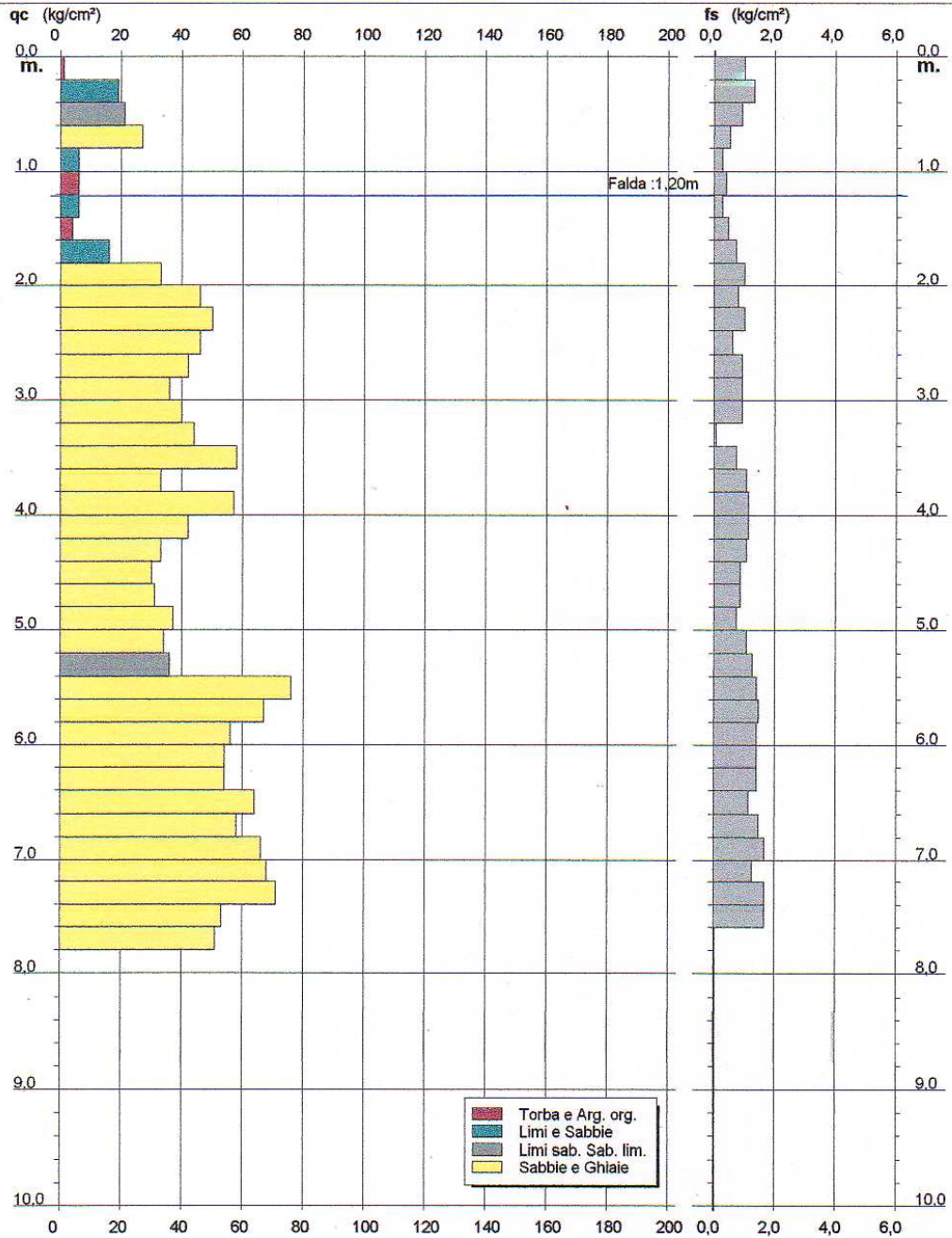
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT E

2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
- lavoro :
- località : Montodine

- data : 30/03/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA **CPT E**
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA 2.01PG05-033

- committente : Dott. Malerba
 - lavoro :
 - località : Montodine
 - note :

- data : 30/03/2006
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,20 m da quota inizio
 - pagina : 1

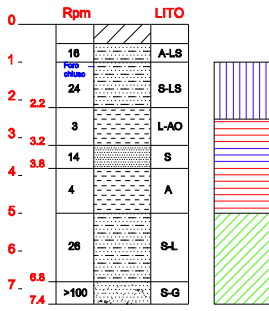
Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	1,0	2,0	1,0	1,00	1,0	4,20	42,0	59,0	42,0	1,13	37,0
0,40	19,0	34,0	19,0	1,33	14,0	4,40	33,0	50,0	33,0	1,07	31,0
0,60	21,0	41,0	21,0	0,93	22,0	4,60	30,0	46,0	30,0	0,87	35,0
0,80	27,0	41,0	27,0	0,53	51,0	4,80	31,0	44,0	31,0	0,87	36,0
1,00	6,0	14,0	6,0	0,27	22,0	5,00	37,0	50,0	37,0	0,73	50,0
1,20	6,0	10,0	6,0	0,40	15,0	5,20	34,0	45,0	34,0	1,07	32,0
1,40	6,0	12,0	6,0	0,27	22,0	5,40	36,0	52,0	36,0	1,27	28,0
1,60	4,0	8,0	4,0	0,47	9,0	5,60	76,0	95,0	76,0	1,40	54,0
1,80	16,0	23,0	16,0	0,73	22,0	5,80	67,0	86,0	67,0	1,47	46,0
2,00	33,0	44,0	33,0	1,00	33,0	6,00	56,0	78,0	56,0	1,40	40,0
2,20	46,0	61,0	46,0	0,80	57,0	6,20	54,0	75,0	54,0	1,40	39,0
2,40	50,0	62,0	50,0	1,00	50,0	6,40	54,0	75,0	54,0	1,40	39,0
2,60	46,0	61,0	46,0	0,60	77,0	6,60	64,0	85,0	64,0	1,13	56,0
2,80	42,0	51,0	42,0	0,93	45,0	6,80	58,0	75,0	58,0	1,47	40,0
3,00	36,0	50,0	36,0	0,93	39,0	7,00	66,0	88,0	66,0	1,67	40,0
3,20	40,0	54,0	40,0	0,93	43,0	7,20	68,0	93,0	68,0	1,27	54,0
3,40	44,0	58,0	44,0	0,07	660,0	7,40	71,0	90,0	71,0	1,67	43,0
3,60	58,0	59,0	58,0	0,73	79,0	7,60	53,0	78,0	53,0	1,67	32,0
3,80	33,0	44,0	33,0	1,07	31,0	7,80	51,0	76,0	51,0	---	---
4,00	57,0	73,0	57,0	1,13	50,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

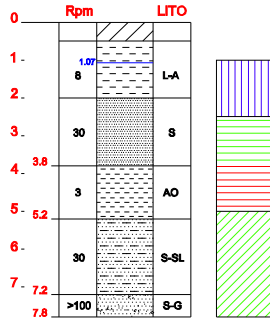
ALLEGATO 4.b

**STRATIGRAFIE INTERPRETATIVE DI DETTAGLIO DEI DATI LITOSTRATIGRAFICI
E GEOMECCANICI DEI TERRENI INDAGATI MEDIANTE C.P.T., S.C.P.T. E
SONDAGGIO, RIPORTATE IN FORMA SCHEMATICA NELLA TAVOLA 4**

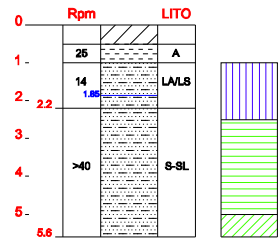
CPT 10



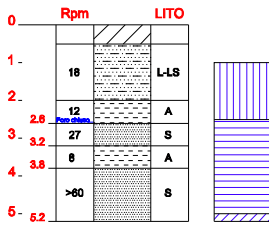
CPT 11



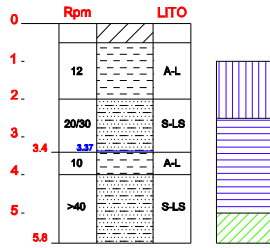
CPT 12



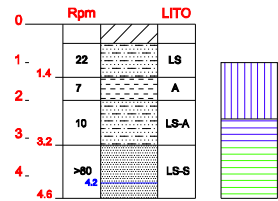
CPT 13



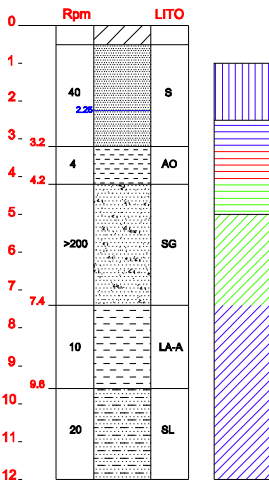
CPT 14



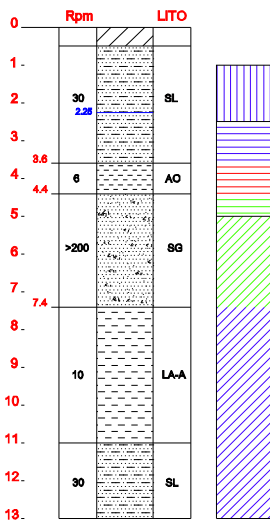
CPT 15



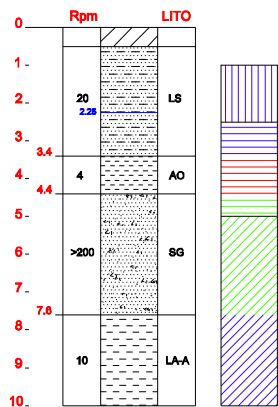
CPT 16



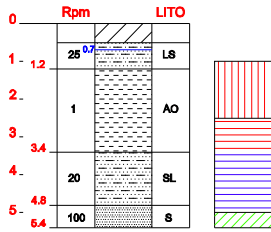
CPT 17



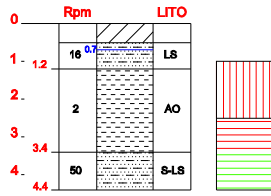
CPT 18



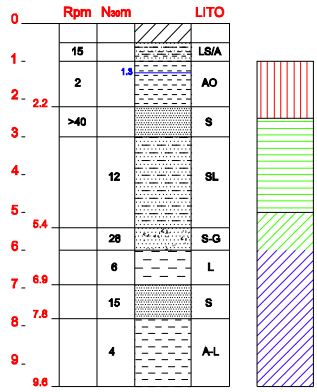
CPT 1



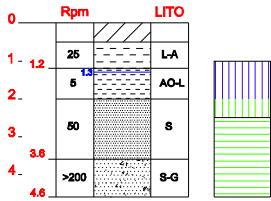
CPT 2



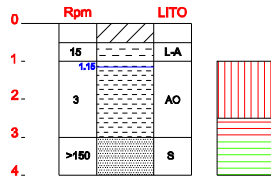
CPT 3



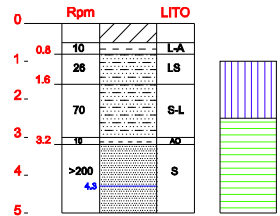
CPT 4



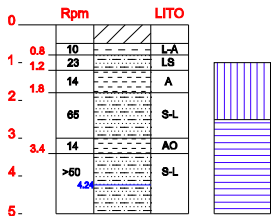
CPT 5



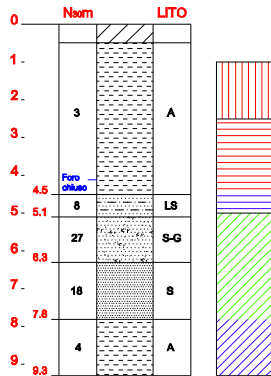
CPT 6



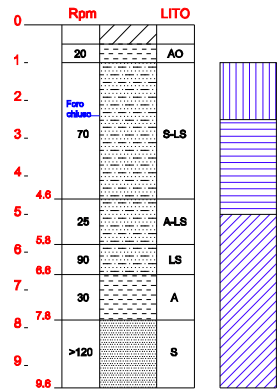
CPT 7



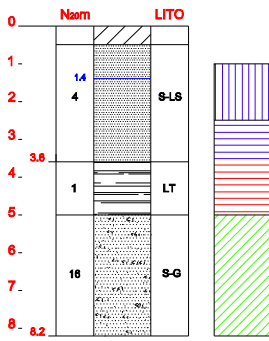
SCPT 8



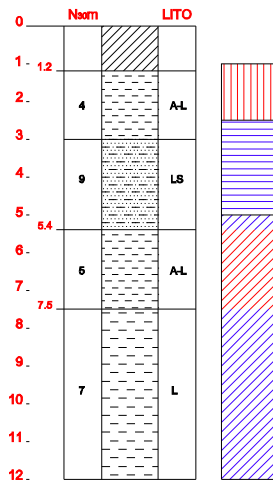
CPT 9



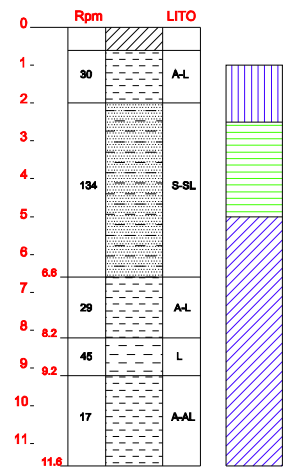
SCPT 19



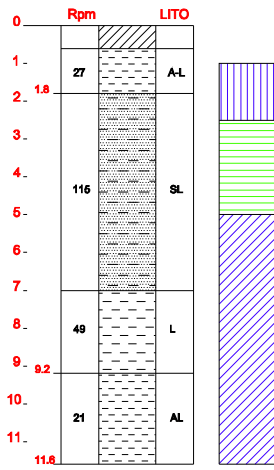
SCPT 20



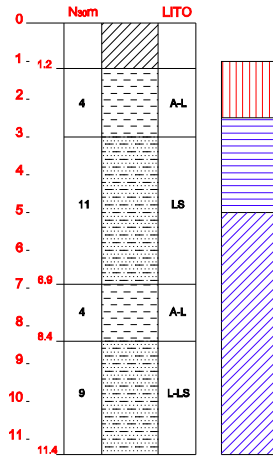
CPT 21



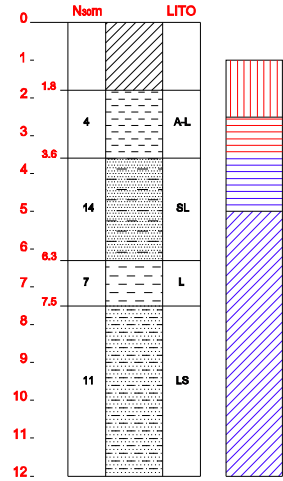
CPT 22



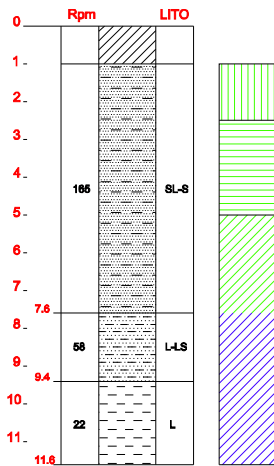
SCPT 23



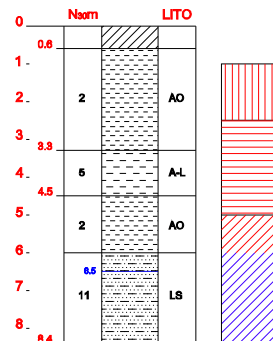
SCPT 24



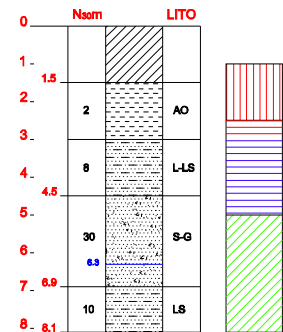
CPT 25



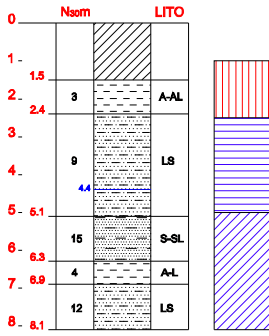
SCPT 26



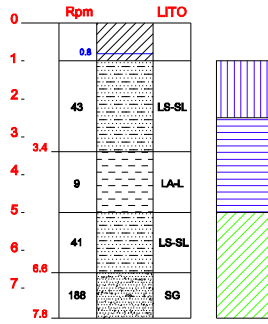
SCPT 27



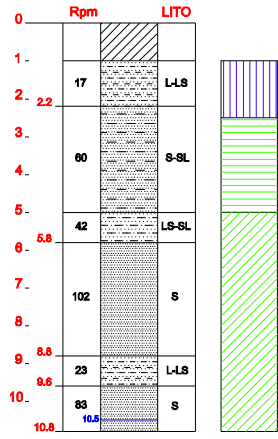
SCPT 28



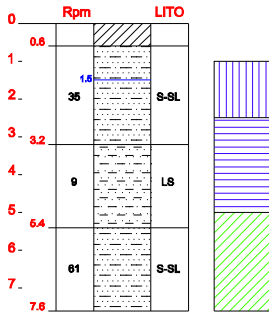
CPT 29



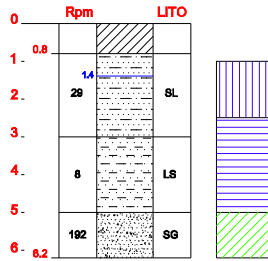
CPT 30



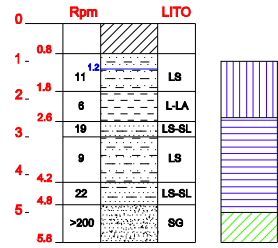
CPT 31



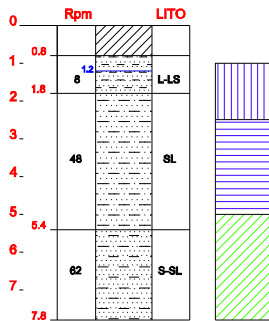
CPT 32



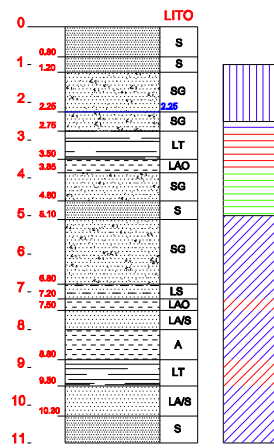
CPT 33



CPT 34



S - Sondaggio



5. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (TAV. 5, SCALA 1 : 10.000)

5.1 PREMESSA

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 il territorio italiano è stato suddiviso in quattro zone sismiche, identificate attraverso una numerazione crescente al diminuire del sisma atteso; essa, stabilendo in Allegato 1 i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte delle Regioni, ha predisposto l'elaborazione di una mappa di riferimento a scala nazionale (aprile 2004), nella quale vengono espressi i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, risultato di valutazioni relative alla pericolosità sismica che hanno avuto come riferimento una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9.

La Regione Lombardia, in funzione delle competenze ad essa attribuite dal D.lgs. 112/1998, con D.G.R. 7 novembre 2003 n° 14964 ha preso atto della nuova classificazione sismica, confermando per la Provincia di Cremona quattro comuni appartenenti alla zona sismica 2 (sismicità media) e 111 comuni in zona sismica 4 (sismicità bassa).

Tale Ordinanza, con successive integrazioni e/o modificazioni, è entrata in vigore, per gli aspetti relativi alla classificazione sismica, il 23 ottobre 2005, in coincidenza con l'entrata in vigore del D.M. 14 settembre 2005 "*Norme tecniche per le costruzioni*"; questo testo unico, che recepisce ed integra la documentazione tecnica dell'O.P.C.M. 3274, presuppone un "periodo transitorio" di 18 mesi durante i quali è possibile in fase di progettazione applicare la normativa previgente in materia, mantenendo comunque la classificazione sismica prevista dall'Ordinanza.

Il territorio comunale di Montodine ricade in zona sismica 4 ed è caratterizzato quindi da bassi valori di sismicità; tuttavia la Regione Lombardia, al punto 3) della D.G.R n° 14964, dispone che in esso vengano adottate, durante il sopraccitato "periodo transitorio" di 18 mesi, le norme tecniche dell'O.P.C.M. 3274 o le normative previgenti "*esclusivamente per gli edifici strategici e per le opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile e per gli edifici e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso*".

L'elenco degli edifici strategici e rilevanti di cui sopra è stato approvato con D.d.u.o. 21 novembre 2003 n° 19904 ed è attualmente vigente.

Nella medesima deliberazione, al punto 8), la Giunta Regionale dispone che i Comuni classificati sismici rivedano gli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici in prospettiva sismica

secondo le indicazioni della D.G.R. 29 ottobre 2001 n° 7/6645 ad esclusione, in via transitoria fino alla revisione degli strumenti urbanistici, dei Comuni attualmente classificati in zona sismica 4.

Con la L.R. 11 marzo 2005 n° 12 e la relativa D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, che sostituisce integralmente la D.G.R. n° 7/6645, in considerazioni delle recenti norme in materia, l'analisi sismica del territorio viene estesa, seppure con alcune limitazioni in relazione alla tipologia delle opere in progetto, anche ai Comuni in zona 4.

La nuova metodologia di valutazione, di cui all'Allegato 5 della D.G.R. n° 8/1566 e successive integrazioni, prevede tre diversi livelli di approfondimento ed aggiorna le precedenti procedure di analisi, basandosi sui risultati ottenuti su alcune aree campione della Regione Lombardia dallo studio – pilota *“Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in determinati Comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla D.G.R. n° 14964 del 7 novembre 2003”*, redatto dal Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale.

5.2 DEFINIZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del rischio sismico (R) associato ad un evento tellurico è funzione della pericolosità sismica di base (PSB), della pericolosità sismica locale (PSL), della vulnerabilità (V) e del valore esposto (E).

Tale concetto, già definito nel Capitolo 3 in relazione al rischio idrogeologico, assume nel caso del rischio sismico un'identica connotazione; l'unica differenza risiede nella distinzione della pericolosità in due tipologie:

- **Pericolosità sismica di base (PSB):** rappresenta la probabilità che l'evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito con riferimento ad un terremoto standard di riferimento;
- **Pericolosità sismica locale (PSL):** rappresenta una stima a scala di dettaglio delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in cui si prevede l'evento sismico (condizioni locali).

In particolare, le analisi e gli studi riguardanti la pericolosità sismica locale hanno permesso di individuare, in determinate caratteristiche proprie del terreno e del suo assetto morfologico, alcune

delle cause che possono variare la pericolosità sismica di base di un territorio e di conseguenza rendere alcune aree più pericolose di altre.

I differenti effetti che le condizioni locali di un'area possono provocare vengono suddivisi in due categorie principali:

1. Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano i terreni che presentano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, legati alle caratteristiche topografiche e/o litologiche del territorio in grado di generare un'esaltazione locale delle azioni sismiche di base;
2. Effetti di instabilità: interessano i terreni che presentano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e che possono causare fenomeni di franamento, di liquefazione, di subsidenza e/o di cedimento differenziale.

Con il termine **microzonazione sismica** viene appunto definito l'insieme di tutti gli studi necessari ad individuare e definire quantitativamente gli effetti che le condizioni locali di un sito provocano nei confronti del moto sismico di riferimento, al fine di apportare tutte quelle misure, all'interno di un programma di pianificazione urbanistica del territorio, atte a prevenire e/o limitare il rischio sismico.

5.3 METODOLOGIA

La valutazione della pericolosità sismica locale e degli effetti prodotti dalle condizioni di una determinata area avviene dunque attraverso un'analisi che prevede tre livelli di approfondimento:

- 1° Livello: approccio di tipo qualitativo che permette il riconoscimento dei differenti scenari di pericolosità sismica locale (PSL) sulla base dei dati relativi all'assetto geologico, geomorfologico, litologico, idrogeologico e geotecnico del territorio in esame, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento;
- 2° Livello: approccio di tipo semi – quantitativo che permette l'analisi degli effetti di sito o di amplificazione sismica locale attraverso la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa);
- 3° Livello: approccio di tipo quantitativo che permette l'analisi sia degli effetti di instabilità attraverso indagini ed analisi approfondite che degli effetti di sito o di amplificazione sismica locale con metodologie che prevedono un dettaglio maggiore di quelle utilizzate nel 2° livello.

A seconda dello scenario di pericolosità sismica locale (PSL), così come individuato nel 1° livello di approfondimento, e della zona sismica di appartenenza del territorio comunale in esame, si passerà ove previsto ai successivi livelli.

Nella tabella che segue vengono riassunti i principali scenari di pericolosità sismica locale (PSL) individuati mediante una sigla alfanumerica, gli effetti da essi determinati e la classe di pericolosità sismica H ad essi corrispondente (secondo i criteri di cui alla D.G.R. n° 8/1566).

SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL)	EFFETTI	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA (H)
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti		H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana		
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio h > 10 m	Amplificazioni topografiche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate		
Z4a	Zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e/o deltizio-lacustre		
Z4c	Zona morenica con depositi granulari e/o coerenti		
Z4d	Zona con argilla residuale e terra rossa di origine eluvio-colluviale		
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali	H2 – livello di approfondimento 3°

Nella successiva tabella vengono presentati i livelli di approfondimento da approntare in funzione della zona sismica di appartenenza del Comune, secondo la classificazione sismica prevista dall'O.P.C.M. 3274 – All. 1.

	LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI APPLICAZIONE		
	FASE PIANIFICATORIA		FASE PROGETTUALE
	1° LIVELLO	2° LIVELLO	3° LIVELLO
ZONA SISMICA 2 – 3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato ed urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; -Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5.
ZONA SISMICA 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. n° 19904/03	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; -Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti.

Per tutti i Comuni del territorio regionale il 1° livello di approfondimento risulta perciò obbligatorio, mentre il 2° ed il 3° livello presentano delle differenze a seconda della zona sismica in cui ricade il territorio comunale.

5.4 APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA AL TERRITORIO COMUNALE

Il Comune di Montodine viene classificato in zona sismica 4 e di conseguenza, analizzando la tabella presentata nel precedente paragrafo, si può concludere che:

- Il **1° livello di approfondimento**, relativo alla fase di pianificazione, DEVE ESSERE APPLICATO in quanto obbligatorio per tutti i Comuni della Regione Lombardia;
- Il **2° livello di approfondimento**, relativo alla fase di pianificazione, poiché nelle aree di futura espansione urbanistica non è prevista la costruzione degli edifici e delle opere di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 n° 19904, NON DEVE ESSERE APPLICATO;
- Il **3° livello di approfondimento**, relativo alla fase di progettazione, poiché nelle aree di futura espansione urbanistica non è prevista la costruzione degli edifici e delle opere di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 n° 19904, NON DEVE ESSERE APPLICATO.

L'analisi di 1° livello prevede la realizzazione della “Carta della pericolosità sismica locale”; in essa, realizzata alla scala 1:10.000, sono state individuate tre zone corrispondenti a differenti scenari di pericolosità, di seguito brevemente descritti.

Z2 – ZONA CON TERRENI DI FONDAZIONE PARTICOLARMENTE SCADENTI

Ricadono in tali aree i terreni classificati come “sismicamente instabili” che, a seguito dello sforzo di taglio indotto dall’azione sismica, possono dare luogo a cedimenti differenziali della struttura per improvvisa densificazione del materiale insaturo oppure a fenomeni di liquefazione per una perdita nella resistenza al taglio di un materiale saturo a causa di un aumento istantaneo delle pressioni interstiziali, con conseguenti effetti di “fluidificazione” che portano a situazioni di instabilità più o meno gravi. L’analisi e la distribuzione areale di queste due tipologie di fenomeni che potrebbero insorgere all’interno del territorio comunale in conseguenza di una sollecitazione sismica è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti attraverso le prove penetrometriche di cui alla Tav. 4 “Carta geologico – tecnica”; l’esito di tale approfondimento viene di seguito presentato.

Stima della suscettibilità al cedimento di materiale non saturo in condizioni sismiche

La rappresentazione areale dei terreni che presentano caratteristiche geomeccaniche scadenti e che sono potenzialmente soggetti a cedimenti differenziali è stata eseguita sulla base della zonazione prodotta in Tav.4.

Le tre aree riportate nella cartografia sono caratterizzate da terreni argillosi e/o argilloso – limosi all’interno dei quali la soggiacenza della falda freatica varia da circa 1.5 m nella porzione a nord del centro abitato sino a valori superiori a 4 m nelle altre due zone; in corrispondenza di queste si rilevano particolari situazioni in cui il materiale presenta proprietà geomeccaniche scarse per l’intero sviluppo del livello insaturo.

Tale delimitazione costituisce solamente un’indicazione di massima in relazione alle caratteristiche intrinseche del materiale, senza considerare i parametri che caratterizzano la struttura di fondazione e le sovrastrutture e tutte quelle variabili che andranno analizzate in modo approfondito in fase di progettazione dell’opera.

A causa delle loro pessime caratteristiche geotecniche infatti un’eventuale sollecitazione sismica può provocare all’interno di tali materiali cedimenti differenziali non compatibili con le strutture sovrastanti.

Non si è ritenuto di dover qui rappresentare le zone a litologia limoso - argillosa ricadenti nella Fasce A e B del P.A.I. e pertanto soggette a vincolo di inedificabilità.

Stima della suscettibilità alla liquefazione di materiale saturo in condizioni sismiche

L'analisi della tendenza alla liquefacibilità di materiale incoerente saturo, generalmente limoso – sabbioso o sabbioso – limoso, se sottoposto ad un'azione sismica, è stata effettuata secondo due metodi semplificati che utilizzano i risultati derivanti dalle prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. (metodo di Seed & Idriss, 1982) e statiche C.P.T (metodo di Robertson & Wride, 1997).

Tali metodologie si basano sul calcolo di un Fattore di sicurezza F_s , dato dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilitante R caratteristica del materiale, ovvero il suo stato di deformazione critica, e lo sforzo di taglio T indotto dall'azione sismica, in funzione dell'accelerazione massima al suolo e della magnitudo di riferimento del sisma di progetto.

L'applicazione dei metodi sopra menzionati è stata estesa a tutti i settori caratterizzati dalla presenza delle indagini penetrometriche, tra le quali sono state scelte come rappresentative le prove che presentano le caratteristiche geomeccaniche suscettibili a liquefazione ed un livello della falda freatica prossimo al piano campagna.

L'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri strumentali e quelli relativi al sisma di progetto che presentano la condizione più sfavorevole per il territorio comunale, operando cioè in favore della sicurezza; i dati di ingresso dell'elaborazione automatica impiegata sono i seguenti:

- il valore dell'accelerazione massima orizzontale del suolo (a_g/g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni previsti dalla O.P.C.M. 3274 per la zona sismica 4, ovvero minore di 0.05, è stato aumentato ad un valore di 0.15, sulla base della classificazione sismica previgente che può essere utilizzata nel sopraccitato periodo transitorio di 18 mesi;
- la magnitudo del sisma di progetto, ovvero 5.91, è stata estrapolata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04, versione 2004 (Gruppo di lavoro CPTI – 2004, I.N.G.V.), e corrisponde al valore più elevato registrato nella zona sismogenetica più vicina al Comune di Montodine, ossia la zona sismogenetica 907, che include la parte inferiore delle province di Bergamo e Brescia e la parte nord - orientale della Provincia di Cremona, comprendente i quattro Comuni inseriti in zona sismica 2 (Casaletto di Sopra, Romanengo, Ticengo e Soncino).
- come fattore di correlazione tra N_{spt} (N_{30} e/o N_{20}) e N_{spt} è stato considerato in ogni caso il valore teorico minimo caratteristico del penetrometro dinamico super – pesante utilizzato per l'esecuzione delle prove.

La stima della suscettibilità alla liquefacibilità in condizioni sismiche dei terreni granulari saturi, attraverso l'analisi dei risultati ottenuti mediante l'utilizzo delle due metodologie semplificate,

permette di concludere che non sono presenti nel territorio comunale in esame condizioni tali affinché si verificano fenomeni di liquefazione significativi.

Nella maggior parte dei casi analizzati il Fattore di sicurezza F_s calcolato ha assunto valori sufficientemente elevati da potere escludere fenomeni di liquefazione, mentre nei rimanenti casi il basso valore da esso registrato è associato a materiale coesivo, principalmente argilla organica e limo argilloso, che non è soggetto a tale fenomeno.

In conseguenza delle considerazioni sopra espresse, nella cartografia allegata si è ritenuto di rappresentare la zona Z2 solamente attraverso una delimitazione delle aree potenzialmente soggette a cedimenti differenziali in seguito ad azioni sismiche, mentre non appare opportuna, in funzione dei risultati ottenuti nel presente lavoro, l'individuazione di aree potenzialmente soggette a liquefazione.

In fase di progettazione di un'opera sarà comunque compito del tecnico incaricato, a sua discrezione e sotto la propria responsabilità, valutare la possibilità di un'approfondita analisi della liquefazione in condizioni sismiche anche sulla base delle caratteristiche della struttura di fondazione, della sovrastruttura e delle relative interconnessioni con il terreno sottostante.

Z3a – ZONA DI ORLO DI SCARPATA FLUVIALE CON $H > 10$ METRI

Ricadono in tali aree i terreni classificati come “sismicamente stabili” che, in seguito a sollecitazioni sismiche, sono sede di effetti di amplificazione sismica legati alle particolari caratteristiche morfologiche del sito (amplificazione topografica).

Le zone che presentano tali caratteristiche in territorio comunale sono i tratti delle scarpate morfologiche principali che separano il Piano Generale Terrazzato dalle alluvioni Oloceniche dei Fiumi Adda e Serio e che presentano altezze superiori ai 10 metri.

In corrispondenza dell'orlo di tali scarpate possono infatti verificarsi focalizzazioni dell'energia sismica in seguito a fenomeni di riflessione delle onde sismiche e di interazione tra i campi d'onda incidente e diffratto, con conseguenti fenomeni di risonanza e di amplificazione e/o attenuazione in grado di produrre nel terreno spostamenti differenziali in funzione anche delle caratteristiche litologiche del deposito stesso.

Nella cartografia allegata la zona Z3a è stata rappresentata mediante un graficismo lineare in corrispondenza del ciglio di scarpata principale.

Tale delimitazione rappresenta solamente un'indicazione generale dei terreni suscettibili di amplificazione degli effetti sismici, indipendentemente dalle condizioni di edificabilità del sito in esame.

Esso infatti è sottoposto al vincolo urbanistico, di cui alla Normativa del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) – Capo III – Art. 16 – Comma 5, che pone un divieto di urbanizzazione e di nuova edificazione per una fascia di 10 metri in entrambe le direzioni dall'orlo di tali scarpate, distanza eventualmente estendibile da parte del Comune.

Pertanto per tali aree, sulla base delle indicazioni della D.G.R. n° 8/1566, in quanto sottoposte a regime di tutela sovracomunale, non dovranno essere eseguiti gli eventuali approfondimenti di 2° livello che si rendessero necessari in un futuro sviluppo urbanistico.

Z4a – ZONA DI FONDOVALLE CON DEPOSITI ALLUVIONALI GRANULARI E/O COERENTI

Ricadono in tali aree i terreni classificati come “sismicamente stabili” che, in seguito a sollecitazioni sismiche, sono sede di effetti di amplificazione sismica legati alle particolari caratteristiche litologiche del sito (amplificazione litologica).

I terreni interessati da questo scenario di pericolosità sismica, considerando l'accezione più ampia del termine “fondovalle” per comprendere anche il territorio della pianura alluvionale, appartengono alle valli oloceniche dei Fiumi Adda e Serio, delimitate dalle scarpate morfologiche principali che le separano dalle alluvioni Pleistoceniche Wurmiane del Livello Fondamentale della Pianura.

I materiali alluvionali che caratterizzano tali aree, in funzione delle caratteristiche tessiturali e geomeccaniche e dei rapporti stratigrafici intercorrenti tra le differenti unità litologiche e tra queste ed il substrato roccioso, possono generare una variazione nell'ampiezza e nella frequenza delle onde sismiche che provoca un'amplificazione locale dell'azione sismica in seguito a fenomeni di riflessione multipla, di interferenza e di risonanza che modificano l'effetto del moto sismico di riferimento sul deposito stesso e sulle sovrastanti strutture.

Gli elevati spessori di centinaia di metri dei depositi Quaternari al di sopra del substrato Terziario sono tali da indurre un'amplificazione sismica che risulta comunque generalizzata su tutto il territorio della pianura alluvionale, ovvero sia i depositi Olocenici che Pleistocenici.

In mancanza di dati più approfonditi relativi alla correlazione tra evento sismico e caratteristiche litologiche delle aree di pianura alluvionale, si è ritenuto opportuno rappresentare graficamente la zona Z4a secondo le indicazioni della tabella sopra presentata, senza operare alcuna suddivisione all'interno dello scenario in esame, in quanto tale delimitazione non è prevista nella fase di approfondimento di 1° livello.

Solamente nel caso in cui, nell'ambito di una futura pianificazione urbanistica del territorio comunale, verranno previste opere strategiche e rilevanti di cui al D.d.u.o. n° 19904/03, dovrà essere

effettuata per tale zona un'analisi degli effetti di amplificazione sismica locale sulla base delle indicazioni relative al 2° livello di approfondimento.

Tale livello non dovrà peraltro essere applicato nelle aree considerate non edificabili dalla Normativa del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

5.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La Tav. 5 “Carta della pericolosità sismica locale” è stata predisposta sulla base di una dettagliata analisi degli elementi geologici, morfologici, litologici, idrogeologici e geotecnici emersi durante la realizzazione degli elaborati relativi alla “Cartografia di Inquadramento” allegati al presente studio. Un ulteriore approfondimento si è reso necessario per mettere in relazione i dati a disposizione con un'azione sismica di riferimento e valutare qualitativamente gli scenari di pericolosità sismica locale caratteristici del territorio comunale.

Tre sono le tipologie di zone in esso riconosciute:

1. **Z2**: zona con terreni sopra falda particolarmente scendenti e caratterizzati da fenomeni di cedimento differenziale;
2. **Z3a**: zona corrispondente al ciglio di scarpata morfologica principale con altezza superiore a 10 metri;
3. **Z4a**: zona di valle alluvionale caratterizzata da depositi alluvionali granulari e/o coerenti.

Ad ognuno dei tre scenari di pericolosità sismica locale, così come indicato nella D.G.R. n° 8/1566 – Allegato 5 – tabella 2, può essere associata la classe di pericolosità sismica bassa (H2), così come definita nella medesima deliberazione.

Bibliografia

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (I.N.G.V.) (2004) – “*Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica prevista dall’Ordinanza P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 – Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile*” – Gruppo di lavoro 2004, I.N.G.V., Milano – Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (I.N.G.V.) (2004) – “*Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*” - Gruppo di lavoro CPTI04, I.N.G.V., Bologna.

REGIONE LOMBARDIA – C.N.R. (1996) – “*Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia*” – Regione Lombardia, Settore Ambiente ed Energia, Servizio Geologico – Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.), Istituto di Ricerca sul Rischio sismico – Milano.

POLITECNICO DI MILANO – REGIONE LOMBARDIA (2005) – “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in determinati Comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l’analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla D.G.R. n° 14964 del 7 novembre 2003 – 1° Obiettivo – Rapporto Finale*” – Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano – a cura di Pergalani F., Compagnoni M., Petrini V. – Milano.

PROGRAM GEO (2005) – “*Manuale utente del software Liquef – versione 2.2*” – Software di Geologia Applicata, Carpendolo (BS).

6. CARTA DEI VINCOLI (TAV. 6, SCALA 1 : 10.000)

Nella Carta dei Vincoli, prodotta durante la fase di sintesi e valutazione, vengono rappresentate le aree sottoposte a vincoli di natura esclusivamente di tipo geologico – ambientale derivanti da normative e piani sovraordinati.

6.1 AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA NAZIONALE E REGIONALE

Corsi d'acqua iscritti nell' "Elenco delle Acque Pubbliche"

Nell' "Elenco delle Acque Pubbliche", di cui alla D.G.R. 25 luglio 1986 n° 4/12028, sono indicati i corsi d'acqua pubblici naturali ed artificiali ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933 n° 1775, individuati dall'art. 1 – lett. c) della L. 431/85 e tutelati ai sensi dell'art. 146 – comma 1 - lett. c) del D.lgs. 490/99, attualmente sostituito dall'art. 142 – comma 1 - lett. c) del D.lgs. 41/04.

Tale regime di tutela è previsto anche nel "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)" della Provincia di Cremona, Capo III - art. 14 – comma 1.

Sono di conseguenza *"sottoposti a vincolo paesaggistico i corsi d'acqua e le relative sponde o piede di argini per una fascia di 150 metri ciascuna"*, e quindi soggetti alle disposizioni della Parte Terza - Titolo I del D.lgs. 41/04.

Nel Comune di Montodine sono presenti tre corsi d'acqua naturali sottoposti al presente vincolo: il Fiume Adda, il Fiume Serio, la Roggia Colatore o Vedescola.

1. Fiume Adda: iscritto nell'elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona al n° 2, si ritiene pubblico e di conseguenza sottoposto al vincolo paesaggistico in tutti i tratti per cui è confine di provincia;
2. Fiume Serio: iscritto nell'elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona al n° 5, si ritiene pubblico e di conseguenza sottoposto al vincolo paesaggistico dallo sbocco nel Fiume Adda al punto in cui diviene di competenza della Provincia di Bergamo;
3. Roggia Colatore o Vedescola: iscritto nell'elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona al n° 4, viene definito pubblico ma "non vincolato" per tutto il suo corso; tuttavia esso è presente nell'elenco con altre due denominazioni, ovvero Roggia Videscola Bassa, iscritta al n° 90, e Roggia Videscola Alta o Roggia del Molino, iscritta al n° 91. Entrambi i tratti si ritengono pubblici lungo tutto il corso e sottoposti al vincolo paesaggistico nelle aree interne al Parco Regionale Fluviale dell'Adda Sud.

Corsi d'acqua sottoposti a vincoli di Polizia Idraulica

Le norme fondamentali che hanno disciplinato per decenni l'utilizzazione delle acque e la tutela dei corsi d'acqua possono essere individuate in alcuni articoli del Codice Civile (Libro Terzo – Titolo II – Capo II – Sezione IX – “*Delle Acque*”), che disciplinano l'uso delle acque in regime di diritto privato, nel R.D. 523/1904 (“*Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle Opere Idrauliche delle diverse categorie*”), che disciplina le attività di Polizia Idraulica sui corsi d'acqua pubblici, nel R.D. 368/1904 (“*Regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900, n. 195, e della L. 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi*”), che disciplina le attività di Polizia Idraulica sui canali di bonifica, nel R.D. 1775/1933 (“*Approvazione del Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici*”), che disciplina l'utilizzo delle acque in regime di diritto pubblico.

La Regione Lombardia, sulla base di quanto disposto dalla D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 “*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art.3 comma 14 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica*” e dalla successiva D.G.R. 1 agosto 2003 n° 7/13950, parzialmente annullate dalla Sentenza 91/04 datata 23 giugno 2004 del Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche (T.S.A.P.), individua i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale oppure al Reticolo Idrico di competenza dei Consorzi di Bonifica, e stabilisce i criteri per l'individuazione di corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore.

Su queste tre tipologie di reticolo idrografico, le funzioni autorizzatorie, concessorie e di Polizia Idraulica (di cui al R.D. 523/2004), termine con il quale ci si riferisce all'insieme di tutte quelle regole atte a tutelare le acque pubbliche e le opere ad esse connesse, sono esercitate rispettivamente dalla Regione Lombardia, fatti salvo i tratti di competenza dell'A.I.PO (Agenzia Interregionale per il fiume Po), dai Consorzi di Bonifica ed Irrigazione e dai Comuni.

Per i fiumi, i torrenti, i rivi, gli scolatoi pubblici ed i canali di proprietà demaniale il riferimento principale è rappresentato dal R.D. 523/1904 (Capo VII – “*Polizia delle acque pubbliche*”), che stabilisce all'interno delle fasce di rispetto quali attività sono vietate (art. 96) e quali consentite previa autorizzazione (artt. 97, 98).

I corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale di Montodine sono così suddivisi:

- **Reticolo Idrico Principale di competenza della Regione Lombardia o dell’A.I.Po (Allegato A della D.G.R. 1 agosto 2003 n° 7/13950)**

Num. prog.	N.iscr.el. AAPP	DENOMINAZIONE	SBOCCO	COMUNI INTERESSATI	Tratto classificato come principale	FASCIA DI RISPETTO
CR002	2	FIUME ADDA	FIUME PO	Crotta d’Adda, Pizzighettone, Formigara, Gombito, Montodine, Moscazzano, Credera Rubbiano, Casaleto Ceredano, Spino d’Adda, Rivolta d’Adda.	Tutto il corso	FASCIA 150 METRI
CR004	5	FIUME SERIO	FIUME ADDA	Montodine, Ripalta Arpina, Ripalta Guerina, Ripalta Cremasca, Madignano, Crema, Ricengo, Pianengo, Sergnano, Casale Cremasco, Castelgabbiano.	Tutto il corso	FASCIA 150 METRI

I corsi d’acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale sono gestiti dalla Regione Lombardia relativamente al calcolo dei canoni di Polizia Idraulica ed ai provvedimenti concessori (ai sensi della L.R. 1/2000 – art. 3 – comma 108), e dall’A.I.Po per quanto riguarda i provvedimenti autorizzativi ed i compiti di Polizia Idraulica e Servizio di Piena sulle opere idrauliche di prima, seconda e terza categoria arginata (ai sensi della L.R. 5/2002).

- **Reticolo Idrico di competenza dei Consorzi di Bonifica (Allegato D della D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 - D.G.R. 11 febbraio 2005 n° 7/20552 – D.G.R. 30 novembre 2005 n° 8/1239)**

Il Comune di Montodine non è attraversato da alcun corso d’acqua di cui agli elenchi delle sopracitate delibere regionali.

- **Reticolo Idrico Minore di competenza comunale**

Il Comune di Montodine non ha ancora ottemperato all’individuazione dei corsi d’acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore, così come stabilito in Allegato B della D.G.R. 7/13950, che modifica la precedente D.G.R. 7/7868.

▪ **Corsi d'acqua di natura privatistica**

Nel confermare la natura pubblica di tutte le acque superficiali e sotterranee ancorché non estratte dal suolo (L. 36/94 – art.1), la Sentenza 91/04 del T.S.A.P., di cui si riporta un breve stralcio, ha chiarito alcuni concetti fondamentali riguardanti la natura demaniale dei corsi d'acqua:

“...la demanialità delle acque, solennemente sancita dall’art. 1 della legge n. 36 del 1994, non implica anche acquisizione al demanio di manufatti, opere o terreni necessari per la captazione o l’utilizzo delle acque divenute pubbliche. Al contrario, restano di titolarità dei privati concessionari e non hanno natura demaniale (fintanto che non passino in mano pubblica a norma dell’art. 28 del T.U. del 1933), il complesso delle opere strumentali alla loro derivazione ed al suo esercizio..... l’art. 1 della legge n. 36 del 1994 innova soltanto la disciplina giuridica del bene “acqua” in sé considerato, ma non quella dei suoi “contenitori”, la cui demanialità è definita, rispettivamente, dal primo e secondo comma dell’art. 822 [del Codice Civile]”.

Di conseguenza, tutti i corsi d'acqua non iscritti nell’ “Elenco delle Acque Pubbliche” di cui al R.D. 1775/1933 e non presenti negli elenchi del Reticolo Idrico Principale, Minore o dei Consorzi di Bonifica di cui alle delibere regionali sopra citate, sono da considerarsi di natura privatistica e pertanto non saranno soggetti alle attività di Polizia Idraulica da parte della Pubblica Amministrazione.

Su questa tipologia di reticolo idrografico agiscono comunque altri livelli normativi: la polizia delle acque, la normativa urbanistica, la normativa ambientale e la normativa dei Parchi Regionali Fluviali.

Nel territorio comunale di Montodine rientrano in questa natura giuridica la Roggia Comuna ed i relativi rami secondari, la cui gestione è di titolarità del “*Consorzio di Irrigazione di Roggia Comuna ed Unite*”, le derivazioni della Roggia Archetta – Pallavicina, gestita dal “*Consorzio della Roggia Archetta e sue affluenze*”, e tutti i corsi d'acqua minori (rogge, colatori, rivi, fossi) che non rientrano negli elenchi delle acque di proprietà demaniale.

Parchi Regionali Fluviali

Il Comune di Montodine, ai sensi della L.R. 30 novembre 1983 n° 86, è interessato dalla presenza di due Parchi Regionali Fluviali: il Parco dell’Adda Sud ed il Parco del Serio.

- **Parco Adda Sud:** istituito con L.R. 16 settembre 1983 n° 81, Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) approvato con L.R. 20 agosto 1994 n° 22;
- **Parco del Serio:** istituito con L.R. 1 giugno 1985 n° 70, Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) approvato con D.G.R. 28 giugno 2000 n° 7/192, successive Varianti al P.T.C. approvate con D.G.R. 20 settembre 2002 n° 7/10399 e con D.G.R. 3 dicembre 2004 n° 7/19711.

Aree di elevato pregio faunistico e vegetazionale

Rappresentano ambienti naturali, sub – zone di recupero naturalistico, fasce di ricostituzione dell'ecosistema ripariale, zone di ambienti naturali e di riqualificazione, ambiti territoriali di elevato valore naturalistico ed ambientale, per i quali le misure di salvaguardia sono stabilite nel Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) del Parco Adda Sud.

Pozzi pubblici ad uso idropotabile

Nell'area urbana del centro abitato di Montodine posto a nord – ovest rispetto al corso del Fiume Serio, si riscontra la presenza di due pozzi pubblici ad uso idropotabile; i vincoli di tutela riguardanti i pozzi pubblici sono stati stabiliti nel D.Lgs. 18 agosto 2000 n° 258 – art. 5 “*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*”, che sostituisce in toto l'art. 21 del D.Lgs. 11 maggio 1999 n° 152.

Le aree sottoposte a regime di tutela sono individuate come segue:

- **Zona di tutela assoluta:** finalizzata alla massima protezione del pozzo, è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni e deve avere un'estensione di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione (bocca pozzo). Su tale area, dove possibile opportunamente recintata, non sono consentite attività di alcun genere, né la presenza di strutture ad eccezione delle opere di captazione e delle relative infrastrutture di servizio;
- **Zona di rispetto:** è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata; in essa sono vietati l'insediamento dei centri di pericolo e lo svolgimento delle attività di cui all'art. 21 - comma 5 del D.Lgs 152/99, così sostituito dall'art. 5 del D.Lgs. 258/00. La Regione Lombardia, con D.G.R. 10 aprile 2003 n° 7/12693, ha emanato le “*Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*”, di cui all'art. 21 - comma 6 del D.Lgs. 152/99, rimandando alla D.G.R. 27 giugno

1996 n° 15137 in relazione alle modalità di delimitazione delle zone di rispetto. In questa vengono presentati tre differenti criteri in funzione della tipologia di acquifero e della conoscenza dei suoi parametri idrochimici ed idrodinamici: geometrico, temporale ed idrogeologico. Nel Comune di Montodine, in mancanza di uno specifico studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale dell'area in esame, la zona di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile è stata definita adottando il criterio geometrico, il quale prevede in via cautelativa un'area di rispetto di raggio non inferiore a 200 metri intorno all'opera di captazione. L'attuazione di interventi ex novo in tale zona, tra cui si cita a titolo d'esempio l'edilizia residenziale, sono disciplinati dall'art. 3 - commi 1, 2, 3 della D.G.R. 7/12693.

- **Zona di protezione:** si riferisce alle aree di ricarica delle falde utilizzate dalla captazione, ovvero ad un livello di analisi che presuppone studi ed approfondimenti a scala regionale o di bacino imbrifero; al loro interno si possono adottare misure di limitazione e prescrizione alla destinazione d'uso del territorio interessato (art. 21 – comma 8 del D.Lgs 152/99).

Distanze di rispetto dalle sedi stradali

Per quanto concerne la rete viaria, sono in vigore le distanze minime dalla sede stradale definite dal D.P.R. 16 dicembre 1992 n° 495 “*Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada*”, in base alla classificazione contenuta nell'art. 2 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n° 285 “*Nuovo codice della strada*”.

In particolare, al di fuori dei centri abitati delimitati ai sensi dell'art. 4 del citato D.Lgs. 285/92, le distanze di rispetto dalla sede stradale sono (art. 26 – comma 2 – D.P.R. 495/92):

- 60 m per le strade di tipo A (autostrade)
- 40 m per le strade di tipo B (strade extraurbane principali)
- 30 m per le strade di tipo C (strade extraurbane secondarie)
- 20 m per le strade di tipo F (strade locali)
- 10 m per le strade vicinali di tipo F, come definite dall'art.3 – comma1 – punto 52 del D.Lgs. 285/92.

Al di fuori dei centri abitati delimitati ai sensi dell'art. 4 del D.Lgs. 285/92, ma all'interno delle zone previste come edificabili o trasformabili dallo strumento urbanistico comunale, le distanze di rispetto stradale diventano le seguenti (art. 26 – comma 2bis – D.P.R. 495/92):

- 30 m per le strade di tipo A (autostrade)

Dr. Geol. Giuseppe Malerba

- 20 m per le strade di tipo B (strade extraurbane principali)
- 10 m per le strade di tipo C (strade extraurbane secondarie).

Esclusivamente per motivi di chiarezza interpretativa, nella rappresentazione cartografica relativa ai vincoli si è preferito omettere il tematismo relativo alle fasce di rispetto dalle sedi stradali.

6.2 AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA DERIVANTE DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO

La Legge 18 maggio 1989 n° 183 “*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*”, nell’ambito delle attività di programmazione, pianificazione ed attuazione degli interventi atti ad assicurare tutte quelle finalità definite con il generico termine “difesa del suolo”, ha stabilito, all’interno dei bacini idrografici di interesse nazionale, l’istituzione delle Autorità di Bacino. La Regione Lombardia, ai sensi dell’art. 14 della L.183/89, è compresa nel bacino idrografico nazionale del Fiume Po, ed in esso è stata istituita l’Autorità di Bacino del Fiume Po con d.p.c.m. 10 agosto 1989.

Essa, nelle sue funzioni di pianificazione sovraordinata, ha provveduto alla redazione dei Piani di Bacino secondo i criteri di cui all’art. 4 della L. 183/89, in particolare:

- ❑ **P.S.F.F. – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali**: redatto ai sensi dell’art. 17 - comma 6ter, approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;
- ❑ **P.A.I. – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino del Fiume Po**: redatto ai sensi dell’art. 17 comma 6ter, adottato ai sensi dell’art. 18 - comma 10 della L. 183/89 con delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po del 26 aprile 2001 n° 18 e successive modifiche ed integrazioni, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001.

Il P.A.I. integra, unifica e coordina i Piani Stralcio redatti in precedenza (P.S. 45, P.S. 267, P.S.F.F.), recependo ed adeguando le indicazioni in essi presentate.

In particolare esso recepisce, con le adeguate integrazioni, la classificazione ed i criteri per la delimitazione delle Fasce Fluviali sul sistema idrografico del Bacino del Fiume Po effettuata nel P.S.F.F..

Per eventuali approfondimenti si rimanda alle Norme di Attuazione del P.A.I. – Titolo II – Allegato 3 “*Metodo di delimitazione delle fasce fluviali*”.

Esso individua le Fasce Fluviali classificate come segue:

- ❑ **Fascia A: fascia di deflusso della piena**, è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita

Dr. Geol. Giuseppe Malerba

dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena; essa è disciplinata dalle Norme di Attuazione del P.A.I. – artt. 1, 27, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 38bis, 39, 40, 41, 44;

- **Fascia B: fascia di esondazione**, esterna alla Fascia A, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Essa è disciplinata dalle Norme di Attuazione del P.A.I. – artt. 11, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 38bis, 39, 40, 41, 44, 51;
- **Fascia C: area di inondazione per piena catastrofica**, è costituita dalla porzione di territorio esterna alla Fascia B, che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento; essa è disciplinata dalle Norme di Attuazione del P.A.I. – artt. 23, 27, 28, 31, 41, 44.

Il P.A.I. indica con apposito segno grafico, denominato “ **limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C (limite B-Pr)**”, le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio; allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita (Norme di Attuazione del P.A.I. – art. 28).

L'art. 31 – comma 5 delle Norme di Attuazione del P.A.I. recita così: *“Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come “limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C” nelle tavole grafiche, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, ...sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni...sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse, ad applicare anche parzialmente, fino all'avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B... .”*

La Regione Lombardia, con D.G.R. 11 dicembre 2001 n° 7/7365 “Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n. 183”, ha recepito le indicazioni del P.A.I. determinando con effetto immediato l'avviamento delle procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali; in particolar modo questi devono recepire la Normativa P.A.I. relativa alle Fasce Fluviali nelle Norme Tecniche di Attuazione.

Ai sensi del sopraccitato art. 31 – comma 5, i Comuni sono tenuti a valutare le condizioni di rischio attraverso l'applicazione delle metodologie descritte negli Allegati 2 e 3 della D.G.R. 7/7365.

Anche la D.G.R. 29 ottobre 2001 n° 7/6645 “*Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell’art. 3 della l.r. 41/97*” contiene in Allegato 3 specifici riferimenti alla Direttiva di Piano n° 5 dell’Autorità di Bacino del Fiume Po “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle Fasce A e B*”, approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale 11 maggio 1999 n° 2, della quale rappresenta un’integrazione ed un approfondimento a scala di maggior dettaglio, mentre in Allegato 4 contiene indicazioni per la stesura della relazione idrologica.

Tuttavia, come descritto in Premessa al presente studio, la L.R. 11 marzo 2005, n° 12 “*Legge per il governo del territorio*”, con i relativi “*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. 11 marzo 2005 N. 12*”, ha sostituito sia la D.G.R. 7/7365 che la D.G.R. 7/6645 ed i relativi allegati applicativi.

Di conseguenza, le nuove indicazioni relative al recepimento del P.A.I. in materia urbanistica, che all’incirca ricalcano quelle espresse dalle precedenti delibere regionali, sono accorpate in Allegato 4 ai criteri attuativi: “*Criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte d’uso del suolo nelle aree a rischio idraulico*”.

Si sottolinea infine che nella rappresentazione cartografica il tracciamento delle Fasce Fluviali del P.A.I. è stato eseguito secondo i seguenti criteri:

1. Il limite delle Fasce Fluviali considerato è rappresentato dal bordo interno del graficismo, come specificato nella legenda della “*Tavola di delimitazione delle fasce fluviali – Foglio 141 – Sezione III – Castelleone*” alla scala 1:25.000;
2. Laddove la Fascia A e la Fascia B coincidono è stato applicato il graficismo del limite della Fascia B;
3. Le norme da applicare nelle aree individuate secondo la metodologia di cui al punto 2 saranno quelle più restrittive relative alla Fascia A;
4. Laddove la Fascia B e la Fascia C coincidono è stato applicato il graficismo del limite della Fascia B;
5. Le norme da applicare nelle aree individuate secondo la metodologia di cui al punto 4 saranno quelle più restrittive relative alla Fascia B;

6. In alcuni tratti sono state eseguite limitate modifiche ai limiti delle Fasce Fluviali, derivanti essenzialmente da una valutazione di maggior dettaglio dell'assetto morfologico del territorio, mantenendone comunque l'unitarietà in tutto il loro sviluppo ed in particolare in corrispondenza dei confini amministrativi comunali.

6.3 AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA PROVINCIALE

~~Di seguito vengono riportati i vincoli definiti nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), adottato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n° 4 del 16 gennaio 2002, approvato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n° 95 del 9 luglio 2003.~~

~~I vincoli di cui all'oggetto sono presentati in : Normativa — Capo III “Disciplina del Territorio” — Art. 16 “Aree soggette a regime di tutela del P.T.C.P.”.~~

~~Scarpate morfologiche principali e secondarie (art. 16 — comma 5)~~

~~“I tratti significativi delle scarpate morfologiche principali e secondarie, in quanto emergenze morfologico — naturalistiche, costituiscono elementi di notevole interesse paesistico....Si ritengono inaccettabili gli interventi di urbanizzazione e di nuova edificazione per una fascia di 10 metri in entrambe le direzioni dall'orlo di tali scarpate, distanza eventualmente estendibile da parte del Comune, mentre sono consentiti per gli edifici esistenti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale; gli eventuali ampliamenti devono svilupparsi nella direzione opposta all'orlo di scarpata. ...Si ritengono inoltre inaccettabili quegli interventi di natura non edificatoria quali ad esempio le attività di cava o le bonifiche agricole....”~~

~~Zone umide (art. 16 — comma 7)~~

~~“Per le zone umide non sono consentiti interventi di carattere edificatorio e interventi di trasformazione o di manomissione diretta ed indiretta sino ad un intorno di 50 metri, eventualmente estendibile da parte del Comune, dal confine dell'area protetta da tutelare individuata dal Comune o dalla Provincia; non sono inoltre consentite opere di bonifica per fini agricoli o per la sistemazione del terreno in un intorno di 10 metri, eventualmente estendibile da parte del Comune. Sono infine consentite le attività agricole e ricreative compatibili con tali aree.~~

~~Aree di pregio naturalistico coincidenti con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello (art. 16 — comma 8)~~

“Per tali aree, e sino ad un intorno di 20 metri, distanza eventualmente ampliabile da parte del Comune, non è consentita alcuna nuova espansione urbana ed industriale, né sono consentiti interventi di carattere edificatorio ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale.... Non sono inoltre consentiti gli interventi di escavazione, di trasformazione o di manomissione diretta del suolo e gli interventi di bonifica agraria che prevedono l’escavazione di oltre 500 mc di materiale di cava; le opere di bonifica per fini agricoli o per la sistemazione del terreno..., la realizzazione di discariche di qualsiasi genere e di depositi permanenti di materiali dimessi.... Va infine conservata la vegetazione naturale residua esistente.”

Bibliografia:

AA.VV. (1996) - *“Contributo allo studio delle acque della Provincia di Cremona”* – Provincia di Cremona, Cremona.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (1998) – *“Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”*, Parma.

AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO (2001) – *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino Idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po (P.A.I.)”*, Parma.

PROVINCIA DI CREMONA (2003) - *“Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) ”* – Settore Pianificazione Territoriale e Mobilità , Cremona.

7. CARTA DI SINTESI (TAV. 7, SCALA 1 : 10.000)

7.1 PREMESSA

La Carta di Sintesi è stata redatta in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale (Tav. 7) ed in dettaglio alla scala 1:5.000 per le aree urbanizzate e di futura espansione urbanistica nella porzione centro – settentrionale (Tav. 7 a).

Sulla base dei risultati emersi durante la precedente fase di inquadramento ed analisi, sono state individuate aree poligonali che presentano caratteristiche omogenee in funzione del fenomeno che le caratterizza; nello specifico caso è stata effettuata una suddivisione del territorio basata principalmente sulla vulnerabilità idrogeologica, sulla vulnerabilità idraulica, sulle caratteristiche geotecniche e sul regime di tutela paesaggistico a cui sono sottoposte le aree in oggetto.

L'obiettivo del presente elaborato è quello di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio funzionale alle valutazioni diagnostiche ed al successivo giudizio di fattibilità delle azioni di piano.

7.2 VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

La vulnerabilità idrogeologica del territorio viene espressa esclusivamente attraverso l'individuazione delle aree che presentano valori di soggiacenza del livello della falda freatica superficiale, rilevato durante il periodo di osservazione, inferiore a 2 m dal piano campagna.

Al fine di non ridurre la chiarezza della rappresentazione cartografica, si è preferito non riportare le aree relative al grado di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero freatico superficiale individuate in precedenza attraverso il "Metodo G.O.D.", tenendo pure in considerazione che esso non viene sfruttato ad uso idropotabile e che l'assenza di una connessione con gli acquiferi più profondi, per la presenza di livelli impermeabili che lo isolano da questi e che rappresentano una "barriera" per gli inquinanti provenienti dalla superficie, non lo rende oggetto di alcun regime vincolistico.

A differenza della precedente normativa (D.G.R. 7/6645), non è qui richiesta la rappresentazione delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile e di conseguenza neppure la determinazione della corrispondente classe di fattibilità, essendo tali aree soggette a specifica normativa.

7.3 VULNERABILITA' IDRAULICA

L'individuazione delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico si è basata principalmente sulle informazioni raccolte ed elaborate per la redazione della Tav. 3a "Carta del rischio di inondazione",

nella quale è stata effettuata una suddivisione del territorio comunale in aree omogenee in relazione al rischio di allagamento da parte dei Fiumi Adda e Serio.

La delimitazione di tali ambiti, eseguita con criteri esclusivamente geologico – morfologici, ha tenuto in considerazione i risultati di studi a livello sovracomunale e le informazioni desunte dalla ricerca storico – bibliografica relativamente alle esondazioni avvenute nel passato ed alle aree che presentano serie criticità idrauliche.

Pertanto le aree potenzialmente inondabili, sulla base della suddivisione operata in precedenza, coincidono con quelle alle quali è stato assegnato un rischio di inondazione elevato (R4) ed un rischio di inondazione alto (R3).

7.4 ELEMENTI GEOLOGICO – TECNICI

Si riportano nella presente rappresentazione cartografica le indicazioni sintetiche relative alle caratteristiche geomeccaniche dei materiali analizzati in dettaglio nel Capitolo 4.

Ad ogni zona, così come individuata in Tav. 4, è stato associato il giudizio sintetico relativo alle caratteristiche geotecniche secondo tre prefissati intervalli di profondità, espresso graficamente mediante differenti tonalità cromatiche.

Sono inoltre individuate quattro aree che presentano caratteristiche geotecniche scadenti, distinte sulla base del litotipo prevalente, del suo spessore e/o della profondità sino alla quale è presente:

- A1 – Area in cui è presente un livello di argilla organica sino a profondità comprese tra 2.5 m e 3.4 m da p.c.;
- A2 – Area in cui si riconosce un livello di argilla organica e/o argilla – limosa generalmente sino a profondità comprese tra 2.4 m e 3.6 m da p.c.;
- A3 – Area in cui è presente un livello di argilla e/o argilla organica a profondità comprese tra 3.8 m e 5 m da p.c.;
- A4 – Area in cui è presente un livello di argilla sino a profondità di 4.5 m da p.c..

7.5 AREE SOGGETTE A VINCOLO PAESAGGISTICO

Come riportato nel capitolo relativo alla “Carta dei vincoli”, si individua una fascia sottoposta a vincolo paesaggistico di 150 m a partire dalle sponde dei corsi d’acqua pubblici che scorrono all’interno del territorio comunale, ovvero il Fiume Adda, il Fiume Serio e la Roggia Colatore o Vedescola.

I rimanenti corsi d’acqua minori (rogge, colatori, rivi, fossi), che non sono iscritti nell’ “Elenco delle Acque Pubbliche” e neppure negli elenchi di cui alle D.G.R. 7/7868, D.G.R. 7/13950, D.G.R. 7/20552, D.G.R. 8/1239, devono considerarsi di natura privatistica e pertanto soggetti alla disciplina

stabilita nel Codice Civile relativamente all'uso delle acque ed agli interventi di manutenzione in regime di diritto privato.

In particolare, per l'esercizio delle funzioni di manutenzione ordinaria, straordinaria e di pulizia dell'alveo del corso d'acqua, compresi gli interventi di difesa idraulica, deve essere mantenuta libera una fascia ad esso adiacente per consentire l'accessibilità dei mezzi meccanici.

L'art. 14 delle "Norme di attuazione" del P.A.I., che modifica l'art. 140 lett. e) del R.D. 368/1904, stabilisce che all'interno dei Comprensori di Bonifica venga mantenuta libera una fascia larga fino a 5 metri da entrambe le sponde degli scoli artificiali e/o canali consortili per permettere il passaggio dei mezzi meccanici ed il deposito delle materie di spurgo.

7.6 CONCLUSIONI

Dalla "Carta di Sintesi" emergono sostanzialmente gli elementi di carattere morfologico, idrogeologico, idraulico, geologico – tecnico e vincolistico che risultano di fondamentale importanza nell'ambito della pianificazione urbanistica del territorio.

Tra i fattori di interferenza con la realizzazione delle infrastrutture, presentano un ruolo determinante le proprietà geomeccaniche del terreno di fondazione ed il valore di soggiacenza della falda freatica superficiale.

Le aree poste in corrispondenza del centro abitato settentrionale presentano caratteristiche generalmente sfavorevoli, in quanto caratterizzate da una soggiacenza della falda freatica superficiale inferiore ai 2 m; in particolare nelle zone A1 ed A3 si rilevano livelli di materiale con scarsa capacità portante e soggetti a possibili cedimenti assoluti e differenziali.

Scadenti proprietà geotecniche si ritrovano anche nelle aree A2 e A4 le quali, qualora risultino oggetto di futura urbanizzazione, necessitano di approfondite indagini geognostiche.

Gran parte del territorio risulta infine vulnerabile alle esondazioni fluviali e di conseguenza notevoli sono le restrizioni urbanistiche stabilite dalla normativa del P.A.I..

8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO E CLASSI DI FATTIBILITA' (TAV. 8, SCALA 1 : 10.000)

8.1 PREMESSA

L'elaborato, redatto in scala 1:10.000 per l'intero ambito comunale (Tav. 8) ed in dettaglio alla scala 1:5.000 per le aree urbanizzate e di futura espansione urbanistica nella porzione centro – settentrionale (Tav. 8a), presenta una suddivisione del territorio in aree poligonali con caratteristiche omogenee sotto l'aspetto della fattibilità geologica degli interventi di pianificazione urbanistica.

A tale zonazione si è giunti mediante la valutazione incrociata degli elementi individuati nella “Carta dei Vincoli”, per gli ambiti ricadenti all'interno delle Fasce Fluviali del P.A.I., e nella “Carta di Sintesi”, analizzati sia con criteri oggettivi che attraverso un'interpretazione soggettiva dei risultati emersi nel corso dello studio.

8.2 FASE 1: ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI INGRESSO ALLE CLASSI DI FATTIBILITA'

Con riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 1 della D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, gli elementi cui attribuire un valore di ingresso sono essenzialmente di natura idrogeologica, idraulica, geologico – tecnica e relativi alla pianificazione di Bacino Idrografico.

Dal punto di vista idrogeologico, la maggior parte delle aree caratterizzate dai depositi alluvionali appartenenti alle Alluvioni Attuali e Medio – Recenti presentano una “bassa” soggiacenza della falda freatica superficiale, intendendo con tale terminologia valori inferiori a 2 m dal piano campagna. Le rimanenti aree occupate dalle medesime formazioni geologiche presentano valori di soggiacenza compresi tra 2 m e 5 m dal p.c., mentre in corrispondenza del ripiano terrazzato Wurmiano il livello piezometrico raggiunto dalla falda freatica superficiale risulta ovunque a profondità superiori a 5 m da p.c..

La suddivisione areale in funzione del grado di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero freatico superficiale, effettuata sulla base dei risultati ottenuti mediante il “Metodo G.O.D.”, non è stata utilizzata nell'attribuzione delle classi di ingresso, sulla scorta delle considerazioni espresse nel precedente capitolo.

Come previsto dalla normativa, non vengono tenute in considerazione per l'assegnazione della classe di fattibilità neppure le aree di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile, essendo esse già soggette al regime di tutela di cui al D.Lgs. 18 agosto 2000 n° 258.

Dal punto di vista idraulico, sono state individuate numerose aree, in prossimità dell'alveo dei fiumi Adda e Serio, potenzialmente inondabili, individuate attraverso criteri morfologici e tenendo

conto delle criticità idrauliche (erosione di sponda, rottura di sponda, insufficienza arginale) e delle esondazioni storiche che hanno interessato il territorio.

In assenza di un dettagliato studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore, di cui alle D.G.R. 7/7868 e D.G.R. 7/13950, solamente i tre corsi d'acqua pubblici che interessano il territorio comunale saranno soggetti, oltre a vincoli di tutela paesaggistica, alle norme di Polizia Idraulica di cui al R.D. 523/1904.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua di natura privata di qualsiasi tipologia, ed in particolare per l'esercizio delle funzioni di manutenzione ordinaria, straordinaria e di pulizia dell'alveo del corso d'acqua, compresi gli interventi di difesa idraulica, dev'essere mantenuta libera una fascia ad esso adiacente per consentire l'accessibilità dei mezzi meccanici.

L'art. 14 delle "Norme di attuazione" del P.A.I., che modifica l'art. 140 lett. e) del R.D. 368/1904, stabilisce che lungo i canali artificiali compresi nel perimetro di una "bonificazione" venga mantenuta libera una fascia larga fino a 5 metri da entrambe le sponde per permettere il passaggio dei mezzi meccanici ed il deposito delle materie di spurgo, secondo l'importanza del corso d'acqua. Pur non essendo presenti negli elenchi di alcun Consorzio di Bonifica, sebbene il territorio comunale rientri all'interno di un Comprensorio di Bonifica, anche ai corsi d'acqua privati può essere ragionevolmente esteso tale regime di tutela, fermo restando le restrizioni imposte dal "gestore" del corso d'acqua stesso, dalla normativa dei Parchi Regionali Fluviali, dalla normativa urbanistica e dal Codice Civile.

Stante la non univoca applicazione ad essi di una definita fascia di rispetto, non si ritiene dunque opportuno assegnare a tale intorno una specifica classe di fattibilità, essendo inoltre esso già sottoposto a vincoli di diversa natura.

Dal punto di vista geologico – tecnico, l'analisi delle proprietà geomeccaniche dei terreni, effettuata sulla base dei risultati ottenuti attraverso numerose indagini geognostiche, ha permesso di suddividere il territorio in aree che presentano differenti caratteristiche geotecniche e di individuare zone nelle quali queste risultano decisamente mediocri.

Accanto ai sopraccitati ambiti di vulnerabilità e/o pericolosità, si delimitano le aree ricadenti all'interno delle Fasce Fluviali del P.A.I..

Alle classi di fattibilità geologica vengono pertanto attribuiti i seguenti valori delle classi di ingresso:

Classe 1: aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso; tale classe di fattibilità è stata assegnata ai territori del ripiano terrazzato costituiti dalle Alluvioni fluvioglaciali e fluviali Wurmiane.

Classe 2: aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso; l'assegnazione di questo valore di ingresso viene assegnato in via cautelativa alle aree ricadenti in Fascia C del P.A.I. che non presentano particolari problematiche ed alle zone in cui è stato rilevato un valore di soggiacenza variabile tra i 2 m ed i 5 m da p.c..

Classe 3: aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso; tale classe è stata suddivisa in sottoclassi attribuite ad ambiti omogenei in relazione a condizioni di vulnerabilità idrogeologica ed idraulica, di pericolosità geotecnica e di appartenenza alla Fascia B e/o alla Fascia C sottesa al "limite B di progetto".

Classe 4: aree nelle quali sono state riscontrate gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso a causa delle condizioni di vulnerabilità idraulica e/o poichè ricadenti in Fascia A del P.A.I..

8.3 FASE 2: ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO

Rispetto alle classi di ingresso di cui sopra, in seguito ad un'accurato confronto tra i risultati emersi nel corso del presente studio e la delimitazione delle Fasce Fluviali, eseguita peraltro ad una scala di dettaglio inferiore, si è ritenuto necessario modificare in alcune aree la classe di fattibilità assegnata in prima analisi, come descritto per ogni specifico caso.

Le classi di fattibilità geologica delle azioni di piano sono di seguito presentate.

Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni

Questa classe di fattibilità è stata assegnata al ripiano terrazzato che occupa la porzione settentrionale e nord – orientale del territorio comunale costituente il "Livello Fondamentale della Pianura", posto ad una quota superiore rispetto alle alluvioni antiche, recenti ed attuali dei Fiumi Adda e Serio e delimitato da evidenti scarpate morfologiche.

Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni

Questa classe di fattibilità è suddivisa in 2 sottoclassi riguardanti ambiti omogenei:

2a: Rappresenta gran parte della porzione centro – occidentale del territorio comunale che ricade all'interno della Fascia C del P.A.I. e che non risulta

caratterizzata da condizioni di vulnerabilità e/o pericolosità tali da giustificare l'assegnazione ad una classe di fattibilità superiore.

- 2b:** Rappresenta le aree nelle quali la soggiacenza della falda freatica superficiale varia tra 2 m e 5 m da p.c. e che risultano potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, in considerazione anche dell'escursione cui essa è soggetta durante l'intero anno ideologico.

Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni

Questa classe di fattibilità è suddivisa in 6 sottoclassi riguardanti ambiti omogenei:

- 3a** Rappresenta una zona ricadente all'interno della Fascia B del P.A.I. e che non risulta vulnerabile dal punto di vista idraulico, essendo posta ad una quota superiore rispetto alla piana delle alluvioni attuali.
- 3b** Rappresenta le aree ricadenti in Fascia C del P.A.I. immediatamente retrostanti al "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", così come delimitate nella cartografia del rischio di inondazione, e vulnerabili dal punto di vista idraulico a causa della criticità idraulica (insufficienza arginale) che ha determinato in passato condizioni di allagamento dei territori posti oltre essa.
- 3c** Rappresenta le aree ricadenti in Fascia C del P.A.I. distanti dal "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" e di conseguenza meno vulnerabili dal punto di vista idraulico rispetto a quelle poste in classe 3b, la cui differenza risulta solamente "formale" in quanto soggette alle medesime restrizioni.
- 3d** Rappresenta le aree che risultano vulnerabili dal punto di vista idrogeologico per la bassa soggiacenza (inferiore a 2 m) della falda freatica superficiale; il medesimo livello piezometrico caratterizza anche una rilevante porzione del territorio posto in prossimità degli alvei dei fiumi Adda e Serio, che risulta tuttavia soggetto ad una elevata vulnerabilità idraulica ed al quale è stata attribuita una classe di fattibilità maggiormente restrittiva.
- 3e** Rappresenta le aree caratterizzate da terreni essenzialmente argillosi e/o argilloso – limosi che presentano scarse proprietà geomeccaniche e di conseguenza soggette a cedimenti significativi.
- 3f** Rappresenta le aree per le quali l'assetto morfologico e l'appartenenza alla piana attualmente esondabile del Fiume Serio, congiuntamente alle informazioni desunte dalle esondazioni storiche, ha permesso di individuare

una potenziale vulnerabilità idraulica, nonostante esse ricadano oltre il limite della Fascia B del P.A.I..

Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

Questa classe di fattibilità è suddivisa in 2 sottoclassi riguardanti ambiti omogenei:

4a: Rappresenta tutte le aree ricadenti all'interno della Fascia A del P.A.I..

4b: Rappresenta le aree che, in seguito all'analisi dei risultati emersi nel corso del presente studio, risultano soggette ad allagamento indicativamente con TR inferiori a 50 anni.

8.4 PRESCRIZIONI E TABELLA SINTETICA

Classe 1—Fattibilità senza particolari limitazioni

~~Nelle aree comprese in questa classe la modifica alla destinazione d'uso dei terreni dovrà essere supportata dall'indicazione delle specifiche costruttive degli interventi edificatori, per i quali dovranno essere applicate le indicazioni del D.M. 11 marzo 1988, della successiva C.M. n° 30483 del 24 settembre 1988 e del D.M. 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”, comprendenti la valutazione della capacità portante e degli eventuali cedimenti assoluti e differenziali.~~

Classe 2—Fattibilità con modeste limitazioni

~~Nelle aree ricadenti in tale classe di fattibilità, oltre alle indagini di al D.M. 11 marzo 1988, C.M. n° 30483 del 24 settembre 1988 e D.M. 14 settembre 2005, dovranno essere realizzati approfondimenti di carattere idrogeologico e/o idraulico finalizzati alla conoscenza dei relativi aspetti che possano influenzare negativamente le attività edificatorie.~~

- ~~□ Per le aree indicate con la denominazione **2a**, ricadenti all'interno della Fascia C del P.A.I., compete agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica regolamentare le attività consentite, i limiti ed i divieti (art. 31 comma 4 delle “Norme di Attuazione” del P.A.I.); i progetti per opere di nuova edificazione, oltre ad essere obbligatoriamente accompagnati da relazione geologico — tecnica ed idrogeologica, non dovranno prevedere occupazione stabile da parte dei residenti delle volumetrie poste a quote inferiori a quella idrometrica raggiungibile dalla piena di riferimento.~~

Negli interventi di completamento, ristrutturazione e risanamento conservativo sull'edificato esistente in Fascia C, deve essere previsto l'adeguamento ai suddetti criteri di sicurezza idraulica.

- Per le aree indicate con la denominazione **2b** si prescrivono, oltre alla verifica della capacità portante dei terreni e dei cedimenti teorici assoluti e differenziali indotti dalle strutture di fondazione e dai sovraccarichi applicati sulla base della normativa vigente, ulteriori approfondimenti per la determinazione della soggiacenza della falda freatica superficiale. Qualora siano previste volumetrie interrato, dovranno essere esplicitate, con apposita relazione, le tecniche di costruzione che verranno adottate per escludere fattori negativi di reciproca interferenza delle acque freatiche con le opere in progetto. In ogni caso si dovrà comunque procedere alla realizzazione di almeno un piezometro per il monitoraggio della falda freatica superficiale e della relativa escursione annuale.

Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

Oltre l'obbligatorietà di supportare qualsiasi elaborato progettuale con le indagini prescritte dal D.M. 11 marzo 1988, dalla successiva circolare applicativa C.M. n° 30483 del 24 settembre 1988 e dal D.M. 14 settembre 2005, all'interno di queste aree dovranno essere previsti ulteriori approfondimenti in relazione a situazioni di vulnerabilità idrogeologica, idraulica e di pericolosità geotecnica.

- Per le aree appartenenti alla sottoclasse **3a** valgono le indicazioni relative alla Fascia B del P.A.I., in particolare sono consentiti solamente gli interventi di cui agli art. 30, 32, 36, 37, 38, 38bis, 38ter, 39, 40, 41 delle “*Norme di Attuazione*” del P.A.I.
- Per le aree attribuite alle sottoclassi **3b** e **3c**, ricadenti in Fascia C del P.A.I. ma delimitate con segno grafico denominato “limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C”, devono essere seguite le indicazioni di cui all'art. 31 comma 5 delle “*Norme di Attuazione*” del P.A.I.: “*Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come “limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C” nelle tavole grafiche, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, ...sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni...sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse, ad applicare anche parzialmente, fino all'avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B... .*” Di conseguenza, in assenza dello studio idraulico eseguito con la metodologia proposta in Allegato 4 della D.G.R. 8/1566, al territorio di cui sopra dovranno essere applicate le norme della Fascia B del P.A.I.; qualora la realizzazione di opere idrauliche programmate secondo i criteri di detto studio permetta di limitare la

condizione di rischio, il confine della Fascia B coinciderà con il tracciato dell'opera stessa e le aree retrostanti al "limite di progetto" assumeranno le indicazioni relative alla Fascia C.

- ☐ Per le aree appartenenti alla sottoclasse **3d**, le indagini condotte sui terreni di fondazione dovranno porre particolare attenzione alla verifica del livello piezometrico, in ordine all'interferenza di questo con le strutture in progetto, attraverso la messa in opera di almeno un piezometro per il monitoraggio della falda, ed eventualmente prevedere l'installazione in corso d'opera di strumenti per l'abbattimento della falda. Qualora siano previste volumetrie interrato dovranno essere esplicitate, con apposita relazione, le metodologie di progetto che verranno adottate per escludere fattori negativi di reciproca interferenza delle acque freatiche con le opere in progetto, oltre naturalmente alla verifica della capacità portante e dei cedimenti attesi.
- ☐ Per le aree indicate con la denominazione **3e** si prescrivono accurate indagini geologico-tecniche al fine di individuare i livelli di materiale che presentano scarsi valori di capacità portante e di valutare l'opportunità di eseguire strutture di fondazione profonde al fine di limitare i cedimenti assoluti e differenziali che nei terreni più superficiali potrebbero risultare inadeguati in funzione dei carichi applicati. Particolare attenzione dovrà essere posta nelle aree che presentano una bassa soggiacenza della falda freatica superficiale, in funzione nello specifico caso dell'influenza della stessa sulle proprietà geomeccaniche del terreno.
- ☐ Per le aree appartenenti alla sottoclasse **3f** si segnala una potenziale vulnerabilità idraulica derivante da un alto rischio di allagamento in quanto ricadenti all'interno della piana di esondazione attuale del Fiume Serio; oltre alle indicazioni espresse per la sottoclasse 2a per le aree ricadenti in Fascia C, si prescrive di realizzare le volumetrie destinate ad insediamento stabile ad una quota superiore a quella della piena di riferimento, valutando in particolare la realizzazione di volumetrie interrato sulla scorta di approfondite analisi dei campi di allagamento. Ulteriori accorgimenti da tenere in considerazione per la mitigazione del rischio sono descritti in Allegato 3 alla D.G.R. 11 dicembre 2001 n° 7/7365.

Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

Il territorio ricadente in tale classe presenta severe limitazioni all'edificabilità ed alla modifica della destinazione d'uso dei terreni a causa dell'elevato grado di vulnerabilità idraulica che lo caratterizza:

- ☐ Per le aree ricadenti nella sottoclasse **4a** valgono le disposizioni relative alla Fascia A del P.A.I., di cui agli art. 29, 32, 36, 37, 38, 38bis, 38ter, 39, 40, 41 delle "Norme di attuazione" del P.A.I.

~~□ Alle aree ricadenti nella sottoclasse 4b, pur ricadendo in Fascia B e/o in Fascia C del P.A.I., si prescrivono le limitazioni previste per la Fascia A, in quanto soggette ad un elevato rischio di inondazione.~~

~~Come indicato nella D.G.R. 8/1566, “le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità di cui sopra devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell’intervento e alla progettazione stessa; copia delle indagini e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).”~~

~~Le aree individuate nella Tav.5 “Carta della pericolosità sismica locale” vengono riportate nel presente elaborato con apposito graficismo; gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica non comportano un aumento della relativa classe di fattibilità ma incidono solamente sulla normativa da applicare in esse.~~

~~Sulla base degli scenari di pericolosità sismica individuati e della tipologia delle opere programmate dovranno essere previsti in fase progettuale adeguati approfondimenti in chiave sismica, secondo le disposizioni del vigente D.M. 14 settembre 2005 “Norme tecniche delle costruzioni” e/o della normativa previgente in materia per un “periodo transitorio” di 18 mesi.~~

In base alla L. 225/92 ed al successivo D.lgs. 112/98 il Sindaco rappresenta l’autorità comunale di Protezione Civile ed in caso di emergenza, in accordo con il Prefetto, è il responsabile della gestione dei soccorsi e del coordinamento delle forze disponibili; per tale motivo il Comune ha il diritto ed il dovere di dotarsi di una struttura di Protezione Civile, e di conseguenza di un **“Piano di Emergenza Comunale”**, sulla base delle indicazioni della Direttiva Regionale *“La Pianificazione di Emergenza in Lombardia: guida ai Piani di Emergenza Comunali e Provinciali”*, predisposta dalla Regione Lombardia sulla base delle competenze ad essa assegnate dal D.lgs. 112/98, art. 108. Per quanto riguarda il rischio idrogeologico, l’Autorità di Bacino del Fiume Po con l’approvazione del P.A.I. (“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”) ha introdotto l’obbligo della redazione del “Piano di Emergenza Comunale” per tutti i Comuni interessati dalle Fasce Fluviali, come principale strumento di difesa della popolazione; tale elaborato dovrà coordinarsi ed integrarsi con il “Piano di Emergenza Provinciale” approfondendo le problematiche in esso contenute.

* * * * *

~~Si fornisce di seguito la tabella riassuntiva delle prescrizioni indicate per le aree comprese in ciascuna delle classi di fattibilità individuate nel contesto territoriale fatto oggetto dello studio redatto.~~

~~Per le aree ricadenti in ambiti assoggettati a più classi, valgono le prescrizioni della classe più elevata; nel caso in cui un'area ricade in più sottoclassi, si sommano le relative prescrizioni.~~

Classe	€1	€2		€3						€4		Preserizioni
	Sottoclasse	2a	2b	3a	3b	3c	3d	3e	3f	4a	4b	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X			Indagini sui terreni di cui al D.M. LL. PP. 11/03/1988, relativa Circ. Appl. 24/09/1988 n° 30483e D.M. 14/09/2005
	X	X	X	X	X	X	X	X	X			Valutazione della capacità portante dei terreni di fondazione e dei cedimenti assoluti e differenziali
			X				X					Valutazione della soggiacenza della falda freatica superficiale e messa in opera di almeno un piezometro per il monitoraggio del livello freatico
			X				X					Esplicita indicazione degli eventuali accorgimenti tecnici tendenti ad escludere e/o limitare la reciproca interferenza fra la struttura in progetto e la falda freatica
							X					Indicazione delle eventuali metodologie di abbattimento della falda freatica superficiale in fase di realizzazione delle strutture di fondazione
								X				Verifica approfondita delle condizioni geomeccaniche del terreno in corrispondenza dell'impronta planimetrica complessiva delle strutture in progetto e delle proprietà geotecniche dei terreni immersi in falda
		X							X			Limitazioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. per la Fascia C; non si deve prevedere occupazione stabile da parte dei residenti delle volumetrie al di sotto della soglia idrometrica di allagamento
									X			Limitazioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. per la Fascia C ed accorgimenti tecnici per la mitigazione del rischio, di cui alla D.G.R. 7/7365
					X	X						Limitazioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. per la Fascia B, sino ad avvenuta valutazione delle condizioni di vulnerabilità attraverso studio idraulico ed esecuzione di opere idrauliche previste per la diminuzione del rischio
				X								Limitazioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. per la Fascia B
										X	X	Limitazioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. per la Fascia A

9. CARATTERISTICHE CLIMATICHE PREVALENTI

9.1 CLIMA

Le caratteristiche dell'area in esame sono quelle tipiche della pianura Cremonese appartenente alla "regione climatica padana", che presenta un clima di tipo continentale, con inverni rigidi ed estati relativamente calde, con elevata umidità soprattutto nelle zone con un'idrografia piuttosto densa, frequenti nebbie invernali, piogge piuttosto limitate, ventosità ridotta e frequenti episodi temporaleschi estivi.

Ai fini della caratterizzazione del clima, si è ritenuto di prendere in considerazione i parametri relativi alla temperatura, alla piovosità ed al regime dei venti.

Come si può osservare dalla tabella seguente, le precipitazioni manifestano la tipica distribuzione padana, con i due massimi pluviometrici autunnale e primaverile e con precipitazioni modeste in inverno.

	Elaborazione ERSAL CREMA (1950 – 1978)	Elaborazione UIPO CREMONA (1951 – 1998)
Temperatura media annua (°C)	13,1	13,2
Escursione termica media annua (°C)	22,7	22,6
Piovosità media annua (mm/anno)	891	819
Massimi valori di piovosità (mm)	maggio (81,2) – ottobre (101)	ottobre, novembre
Minimi valori di piovosità (mm)	Stagione invernale (58 – 62)	febbraio, luglio, settembre

Tab. 1: Dati a confronto: ERSAL = Ente Regionale Sviluppo Agricolo Lombardia; UIPO = Ufficio idrografico Po.

Dalle tabelle 1 e 2 si può notare inoltre che le precipitazioni, in generale, hanno valori crescenti da E verso O e da S verso N: nell'area Cremasca, infatti, piove statisticamente più che in quella Cremonese, almeno per quanto concerne la piovosità dell'autunno e dell'inverno, perché quella estiva è soggetta agli effetti dei moti convettivi delle zone percorse da fiumi o occupate da bacini, in cui è favorita l'evaporazione dell'acqua che, veicolata verso l'alto, può innescare processi temporaleschi.

<i>Stazione di</i>	<i>Precipitazione annuale in mm</i>		
	<i>minima</i>	<i>media</i>	<i>massima</i>
Cremona	437,8	765,7	1.020,0
Tomba Morta	530,0	805,8	1.155,8
Crema	562,5	956,9	1.453,5

Tab. 2: Precipitazioni annuali in mm, riferite al periodo 1974 – 1993, rilevate in tre stazioni rappresentative (Provincia di Cremona, 1996).

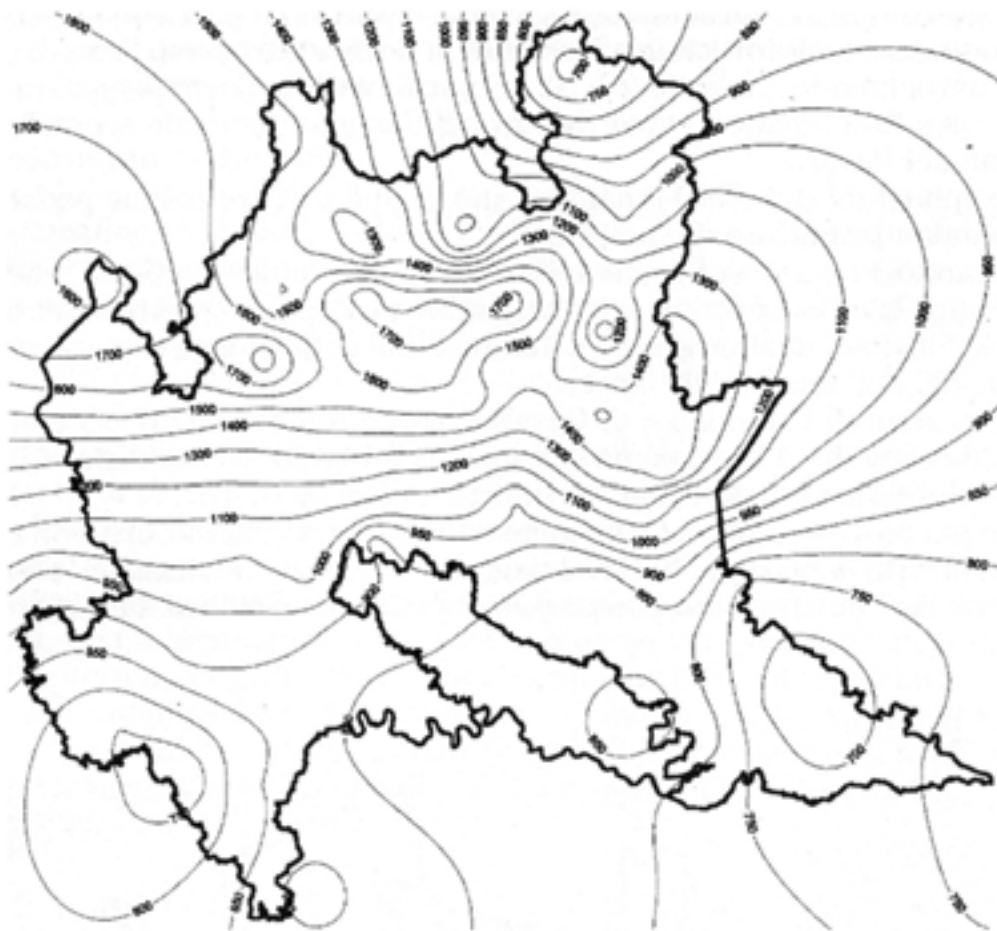


Fig. 1: Piogge cumulate annuali sulla Lombardia; in evidenza la provincia di Cremona.

mese	AREA TOTALE
	Precipitazione (mm)
gennaio	59,60
febbraio	25,05
marzo	37,35
aprile	67,87
maggio	69,23
giugno	74,62
luglio	44,10
agosto	59,04
settembre	109,23
ottobre	100,65
novembre	75,17
dicembre	55,03

Tab. 3: Valori medi di precipitazione su tutta l'area.

mese	Area totale	
	T max (°C)	T min (°C)
gennaio	6,40	- 0,95
febbraio	9,86	- 0,49
marzo	14,97	3,38
aprile	18,17	6,89
maggio	23,96	12,66
giugno	26,98	15,08
luglio	29,92	17,93
agosto	29,67	17,79
settembre	24,25	13,43
ottobre	18,24	9,60
novembre	10,90	3,43
dicembre	6,60	- 0,25

Tab. 6: Valori medi di temperatura minima e massima su tutta l'area.

Caratteristiche anemologiche prevalenti

La sintesi dei dati rilevati più adatta a descrivere le caratteristiche anemologiche della zona è quella rappresentata dalla "rosa dei venti" rappresentata in fig. 2, calcolata nella stazione meteorologica di Crema.

In questa figura sono indicate graficamente le frequenze percentuali (sul totale dei dati esaminati) della direzione di provenienza del vento a loro volta suddivise anche sulla base della velocità del vento associata a tali direzioni.

La forma della rosa dei venti citata evidenzia una prevalenza delle direzioni est – ovest, e rappresenta il comportamento caratteristico e tipico della pianura padana.

Come si può notare, le maggiori frequenze sono associate a venti piuttosto deboli; i venti molto deboli (inferiori a 0,5 m/sec) costituiscono circa il 34% del totale dei casi analizzati.

Questa struttura anemologica è simile a quella registrata da un'altra postazione della Provincia di Cremona sita a Pieve S. Giacomo e dotata di sensori meteorologici molto precisi (anemometro ultrasonico) la cui rosa dei venti è riportata fig. 3.

Si può dunque sostenere la buona rappresentatività dei dati meteo rilevati a Crema S. Bernardino che viene in questo caso preferita come fonte dei dati meteo in quanto più vicina al sito in esame.

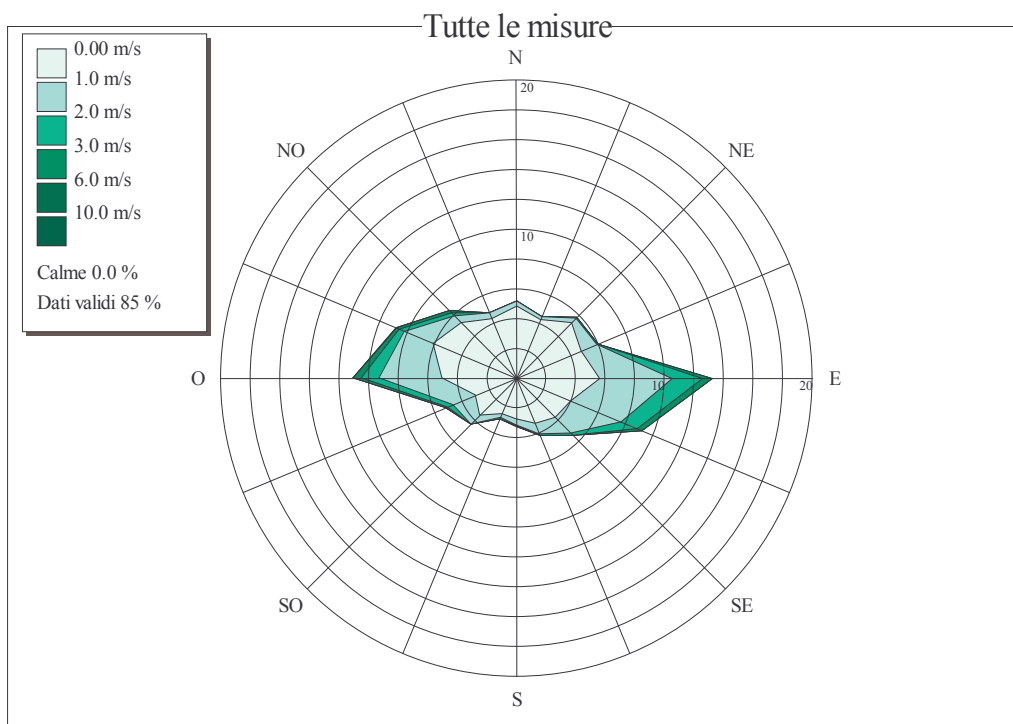


Fig. 2: Rosa dei venti calcolata in base ai dati della stazione di monitoraggio della stazione di Crema (CR).

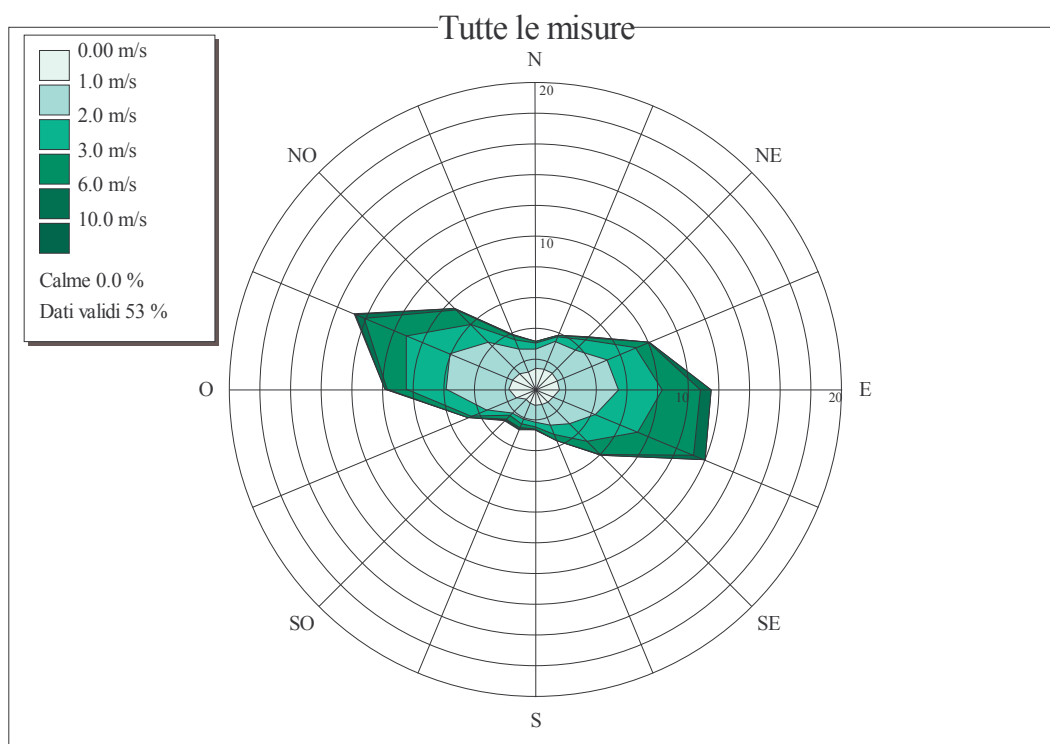


Fig. 3: Rosa dei venti calcolata in base ai dati della stazione di monitoraggio della stazione di Pieve S. Giacomo (CR).

Bibliografia:

CONSORZIO CREMASCO (2001) – *“Impianto di compostaggio in Comune di Palazzo Pignano – Studio di compatibilità ambientale ai sensi della l.r. 21/93 Allegato C”* – Prodotto da “Società Ambiente Italia S.r.l.”, Milano.

ERSAL (1997) – *“Paesaggi e suoli della Provincia di Cremona”* – Provincia di Cremona – In “Pianura, monografia n° 2, 1997”, Cremona.

ERSAL (2002) – *“Progetto Carta Pedologica: i suoli della Pianura Cremasca”* – Provincia di Cremona – Regione Lombardia.

ZANESI PIETRO (2002) – *“Valutazione dell’efficienza di gestione dei più modesti consorzi irrigui del bacino dell’Adda”*, Tesi di Master, Politecnico di Milano – Polo di Cremona – Consorzio dell’Adda, A.A. 2001/2002.

Cremona, 31/07/06

Dott. Geol. Giuseppe Malerba

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.

L.R. 11-03-2005 n° 12 _ D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1566_D.G.R. 28-05-2008 n° 8/7374

RELAZIONE INTEGRATIVA

Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
Delibera di Approvazione del C.C. num. 12 del 15/03/2010

Adozione Delibera del C.C. num. 58 del 28/09/2009

Approvazione Delibera del C.C. num. 12 del 15/03/2010

Il Sindaco
O. Bragonzi

Il geologo
Dr. Giuseppe Malerba

Il Segretario Comunale
Dr. F. Ruggeri

Marzo 2010

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA
COMUNE DI MONTODINE

Oggetto: Relazione integrativa allo “Studio Geologico di supporto alla redazione del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) del Comune di Montodine”

PREMESSA

La presente relazione integrativa è stata redatta al fine di adeguare lo studio geologico di supporto al P.G.T. del Comune di Montodine, datato luglio 2006, alle osservazioni formulate in sede di “*Verifica di compatibilità al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)*” dai competenti Uffici della Provincia di Cremona, approvate con Delibera di Giunta Provinciale n. 90 del 17/02/2010.

Verranno considerate sia le osservazioni (rif.: **DIFESA DEL SUOLO**) relative alla **SEZIONE B** della D.G.P. 90/2010 che sono state “**ACCOLTE**” all’interno della “*Proposta di Controdeduzioni delle Osservazioni al P.G.T.*”, elaborato redatto in marzo 2010 dall’estensore del P.G.T. del Comune di Montodine Ing. Silvio Borlenghi, sia le osservazioni (rif.: **DIFESA DEL SUOLO**) relative alla **SEZIONE A** della citata delibera.

Si allegano in calce alla presente relazione tavole cartografiche in scala 1:25.000 adeguate ai limiti amministrativi dello strumento urbanistico.

Si allegano fuori testo alla presente relazione:

- Shape files della nuova Tav. 8bis “*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*”.
- Tav. 8bis “*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*”.
- “*Norme Geologiche di Piano*”.
- Tav. 6bis “*Carta dei Vincoli*”.
- Dichiarazione sostitutiva dell’atto di notorietà.

SEZIONE B

(INDICAZIONI PER CONTENUTI ORIENTATIVI DEL P.T.C.P. PER IL DOCUMENTO DI PIANO)

DIFESA DEL SUOLO

Indicazione 1.4.c) – Fornitura degli shape files relativi alla Fattibilità Geologica

Si forniscono gli shape files della nuova Tav. 8bis “*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*”, all’interno della quale i limiti comunali sono stati adeguati a quelli utilizzati nella documentazione urbanistica.

Gli shape files sono stati creati secondo le specifiche di cui al D.D.U.O. n. 12520 del 10/11/2006, rispettando lo schema fisico dei dati definito dalla Regione Lombardia.

Indicazione 1.4.e) – Direttiva Nitrati

Si integra lo studio geologico con il seguente paragrafo 3.3.5.

3.3.5 VULNERABILITA’ DELLE ACQUE AI NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nel “*Programma di Tutela ed Uso delle Acque (P.T.U.A.)*”, in accordo con quanto stabilito dal D.lgs. 152/99, la valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee e superficiali è stata effettuata attraverso un approccio di tipo pedologico-idrogeologico, che considera la capacità protettiva dei suoli e le caratteristiche dell’acquifero, integrato dalla conoscenza della distribuzione della pressione esercitata sul territorio dai carichi di origine agricolo – zootecnica e civile, al fine di ottenere una stima della vulnerabilità integrata del territorio regionale, che ha portato alla definizione di macroaree, ridefinite successivamente su base comunale, con differenti condizioni di vulnerabilità.

All’interno del P.T.U.A., il Comune di Montodine è stato inserito, nell’elenco di cui all’Appendice D delle relative Norme Tecniche di Attuazione, all’interno delle “*zone di attenzione*” (Tab. C).

Successivamente, il territorio comunale di Montodine, con D.G.R. 11 ottobre 2006 n. 8/3297 “*Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.lgs. 152/2006: criteri di designazione e individuazione*”, è stato inserito nell’elenco dei comuni interamente compresi nell’area vulnerabile da nitrati provenienti da fonti agricole (agro-zootecniche); detto elenco, di cui ad All. 2 della delibera sopraccitata, sostituisce l’elenco dell’Appendice D delle N.T.A. del P.T.U.A..

I riferimenti normativi principali a livello nazionale sono rappresentati dal D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “*Norme in materia ambientale*” ed il D.lgs. 16 gennaio 2008 n. 4 “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*”, mentre in Regione Lombardia allo stato attuale trovano applicazione le norme stabilite dalla L.R. 15 dicembre 1993 n. 37 “*Norme per il trattamento, la maturazione e l’utilizzo dei reflui zootecnici*”, nel rispetto della direttiva comunitaria 676/91/CEE (Direttiva Nitrati), e dal suo regolamento attuativo.

Indicazione 1.4.g) – Aggiornamento dei riferimenti normativi

La tabella delle prescrizioni riportata all’interno della Tav. 8bis “*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*” è stata aggiornata con le nuove disposizioni normative riportate nelle “*Norme Geologiche di Piano*”, di cui al punto successivo.

Indicazione 1.4.h) – Riformulazione delle “Norme Geologiche di Attuazione”

Si fornisce l’elaborato “*Norme Geologiche di Piano*”, opportunamente aggiornato con le normative vigenti ed organizzato secondo specifici e distinti articoli.

Indicazione 1.4.i) – Recepimento dei geositi ed aggiornamento dei vincoli

Si sostituisce in toto il paragrafo 6.3 dello studio geologico con il seguente.

6.3 AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA PROVINCIALE

L’individuazione delle aree soggette a tutela provinciale e la definizione dei corrispondenti vincoli è definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), adottato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n. 4 del 16 gennaio 2002 ed approvato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n. 95 del 9 luglio 2003.

In seguito all’entrata in vigore della L.R. 12/2005, la Provincia di Cremona ha avviato il processo di adeguamento del proprio P.T.C.P. a detta legge, redigendo una Variante Parziale adottata dal Consiglio Provinciale con atto n° 72 del 28 maggio 2008 ed approvata in via definitiva con D.C.P. n° 66 del 8 aprile 2009; questa variante di adeguamento, che non si configura come una Variante Generale del P.T.C.P., non comporta la sostituzione degli elaborati di Piano vigenti, bensì un loro aggiornamento con integrazioni specifiche.

Dall’analisi della “*Carta delle tutele e delle salvaguardie*” della Variante del P.T.C.P., sono stati rilevati i seguenti elementi di vincolo, ai quali sono associate specifiche indicazioni normative (Normativa della Variante del P.T.C.P.).

▪ **Orli di scarpata morfologica fluviale (art. 16.4)**

L'art. 16, comma 4 della Normativa della Variante del P.T.C.P. dispone testualmente: “[...] Per gli orli di scarpata principali e secondari non sono consentiti interventi e trasformazioni che alterino in modo inaccettabile i loro caratteri morfologici, paesaggistici e naturalistici. Si ritengono inaccettabili gli interventi di urbanizzazione e nuova edificazione per una fascia di **10 metri** in entrambe le direzioni dall'orlo di tali scarpate, distanza eventualmente estendibile da parte del Comune, mentre sono consentiti, per gli edifici esistenti, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale; gli eventuali ampliamenti devono svilupparsi nella direzione opposta all'orlo di scarpata. Si ritengono inoltre inaccettabili quegli elementi di natura non edificatoria, quali ad esempio le attività di cava, di piscicoltura e/o pesca sportiva e le bonifiche agricole (o comunque interventi estrattivi in fondi agricoli), che portano alla riduzione della valenza simbolica degli elementi evocativi di paesaggi originari o della valenza estetico-percettiva, alla perdita dei riferimenti del disegno territoriale originario e al complessivo peggioramento dei caratteri naturali della vegetazione esistente”.

▪ **Rete ecologica provinciale (art. 16.7)**

All'interno del territorio comunale, appartengono alla rete ecologica provinciale le aree indicate nella legenda di Tav. 6 “Carta dei Vincoli” come “aree di pregio naturalistico coincidente con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello”.

Per tali aree, l'art. 16 comma 7 della Normativa della Variante del P.T.C.P. dispone testualmente quanto di seguito: “[...] Per le aree di pregio naturalistico coincidenti con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello e sino ad un intorno di **20 metri**, distanza eventualmente ampliabile da parte del Comune, non è consentita alcuna nuova espansione urbana ed industriale, né sono consentiti interventi di carattere edificatorio, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale. L'eventuale ampliamento dovrà essere effettuato in via prioritaria nella direzione opposta a quella dell'area tutelata e, solo nel caso in cui questo non risultasse possibile, l'ampliamento potrà avvenire in altre direzioni. Non sono inoltre consentiti gli interventi di escavazione, di trasformazione o manomissione diretta del suolo e gli interventi di bonifica agraria che prevedono l'escavazione di oltre 500 mc di materiale di cava; le opere di bonifica per fini agricoli o per la sistemazione del terreno quando sono in contrasto con la conservazione naturalistica dell'area e con le funzioni ecologiche previste nel

disegno della Rete ecologica provinciale; la realizzazione di discariche di qualunque genere e di depositi permanenti di materiali dismessi. Questi ultimi possono essere consentiti, previa autorizzazione da parte delle autorità competenti, solo per finalità di recupero ambientale. Va infine conservata la vegetazione naturale residua esistente, sia boscata che palustre o riparia, fatte salve le normali operazioni colturali di ceduazione. Nelle aree della rete ecologica di secondo livello sono consentiti, quando risultano compatibili sulla base di criteri definiti dai singoli Comuni nelle Norme tecniche di attuazione dei rispettivi P.G.T., sia gli interventi di riqualificazione ambientale e di valorizzazione turistico-ricreativa, sia gli interventi di supporto alle attività agricole”.

Nella “*Carta degli indirizzi per il sistema paesistico-ambientale*” della Variante del P.T.C.P., all’interno del territorio comunale vengono inoltre individuati e censiti due geositi.

Con il termine **geosito** si indicano i beni naturali non rinnovabili di natura geologico-geomorfologica di un territorio, intesi quali elementi di pregio scientifico ed ambientale del patrimonio paesaggistico, che presentano caratteri di rarità e unicità e testimoniano i processi che hanno portato alla formazione e modellazione del territorio.

I geositi segnalati in territorio comunale sono:

- **Zona a meandri del fiume Adda**: rappresenta una fascia di territorio caratterizzata da meandri fluviali, in parte attivi ma soprattutto abbandonati, che indicano una precisa condizione idrografica del fiume in questo tratto della sua valle di pianura. Pur essendo assorbite dalla trama parcellare agraria, le tracce dei meandri, ancora ben riconoscibili anche quando abbandonate da secoli, compongono un disegno fisiografico di prevalente interesse geomorfologico, paesaggistico ed ambientale-naturalistico.
- **Vallecole tra Casaletto Ceredano e Montodine**: vallecole prodotte dall’erosione regressiva causata dall’azione delle acque, dall’andamento topografico assai complicato, che definiscono perlopiù la valle del fiume Adda. Si originano nei punti di deflusso di acque provenienti dal ripiano terrazzato del “Livello Fondamentale della Pianura” verso la valle fluviale, della quale incidono profondamente l’orlo di terrazzo prima di raggiungere il ripiano ribassato occupato dalle alluvioni oloceniche.

Indirizzi di tutela relativa ai geositi individuati in territorio comunale sono riportati all’interno delle “*Norme Geologiche di Piano*”, come previsto all’interno del Piano Territoriale Regionale (P.T.R.).

Indicazione 1.4.p) –Verifica limiti amministrativi della cartografia dello Studio Geologico

In considerazione della corretta delimitazione dei confini comunali nella documentazione urbanistica rispetto a quella riportata all'interno della C.T.R. regionale, in base alla quale è stata predisposta la cartografia allegata allo "Studio Geologico di supporto al P.G.T.", si ritiene di dovere modificare esclusivamente le tavole principali di detto studio, funzionali alla realizzazione della nuova Tav. 8bis "*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*", che rappresenta il riferimento per l'applicazione delle "*Norme Geologiche di Piano*".

In calce alla presente si allegano le tavole cartografiche maggiormente significative, in scala 1:25.000, adeguate ai limiti amministrativi corretti, di cui alla base aerofotogrammetrica comunale.

Si precisa che, in base alle ulteriori disposizioni della d.g.r. 28/05/2008 n. 8/7374, lo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a è stato esteso all'intero territorio comunale, essendo esso caratteristico di "*zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi*", ad esclusione delle aree appartenenti allo scenario PSL Z2, in quanto per queste deve essere applicato direttamente, in fase progettuale e solo per gli edifici strategici e rilevanti di nuova previsione di cui al D.d.u.o. 19904/03, il 3° livello di approfondimento.

SEZIONE A

(PRESCRIZIONI PER CONTENUTI PREVALENTI DEL P.T.C.P. PER IL DOCUMENTO DI PIANO)

DIFESA DEL SUOLO

Indicazione 1.4.a) – Integrazione dello Studio Geologico con Autocertificazione

Lo Studio Geologico verrà integrato con la “Dichiarazione sostitutiva dell’atto di notorietà” comprovante la congruità tecnica dello Studio Geologico di supporto alla redazione del P.G.T. rispetto ai criteri applicativi della l.r. 12/05.

Indicazione 1.4.b) – Verifica della cartografia relativamente agli orli di scarpata morfologica

Il confronto tra le scarpate morfologiche rappresentate all’interno della cartografia del P.T.C.P. e quelle rappresentate nello “Studio Geologico di supporto al P.G.T.”, ha portato ad evidenziare alcune sostanziali difformità, che hanno reso necessario un opportuno approfondimento.

In seguito all’analisi delle quote riportate nella base cartografica aerofotogrammetrica del territorio comunale, integrate da mirate verifiche di campagna, si ritiene di:

- modificare la cartografia dello Studio Geologico in alcuni tratti, recependo la delimitazione riportata nel P.T.C.P.;
- mantenere la cartografia dello Studio Geologico in alcuni tratti, adattandola al rilievo fotogrammetrico comunale e modificando la delimitazione riportata nel P.T.C.P.;
- stralciare alcuni tratti segnalati in entrambe le citate cartografie, non essendo presenti condizioni morfologiche tali da potere associare ad essi la definizione di “orlo di scarpata morfologica”.

In funzione delle verifiche effettuate, è stata predisposta in scala 1:10.000 una nuova Tav. 6bis “Carta dei Vincoli”, con indicazione degli orli di scarpata morfologica e delle rispettive fasce di rispetto (10 m).

Poiché la rappresentazione degli orli di scarpata morfologica è stata effettuata sulla base di valutazioni di maggiore dettaglio rispetto a quelle che hanno portato alla rappresentazione degli stessi nella “Carta delle tutele e delle salvaguardie” della vigente Variante del P.T.C.P., in base all’art. 16.4 della Normativa del P.T.C.P. il Comune di Montodine può provvedere alla corretta

trasposizione dell'andamento delle scarpate morfologiche attraverso la proposta di una modifica non sostanziale cartografica al P.T.C.P., di cui all'art. 34.1 della Normativa del P.T.C.P..

Cremona, marzo 2010

Dott. geol. Giuseppe Malerba

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA
COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 11-03-2005 n°12 _ D.G.R. 22-12-2005 n°8/1566 _ D.G.R. 28-05-2008 n°8/7374

TAVOLA
CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO

2bis

CARTA GEOLOGICA
E MORFOLOGICA

SCALA 1:25.000
*Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
Delibera di Approvazione del C. C. num. 12 del 15/03/2010*

Adozione Delibera del C. C. num. 58 del 28/09/2009
Approvazione Delibera del C. C. num. 12 del 15/03/2010

Il Sindaco O. Bragonzi Il Geologo Dr. Giuseppe Malerba

Il Segretario Comunale Dr. F. Ruggeri Marzo 2010

LEGENDA

— Confini comunali

ELEMENTI GEOLOGICI

a₃ Alluvioni attuali

a₂ Alluvioni medio recenti

F₉^w Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali Wurmiane

ELEMENTI MORFOLOGICI

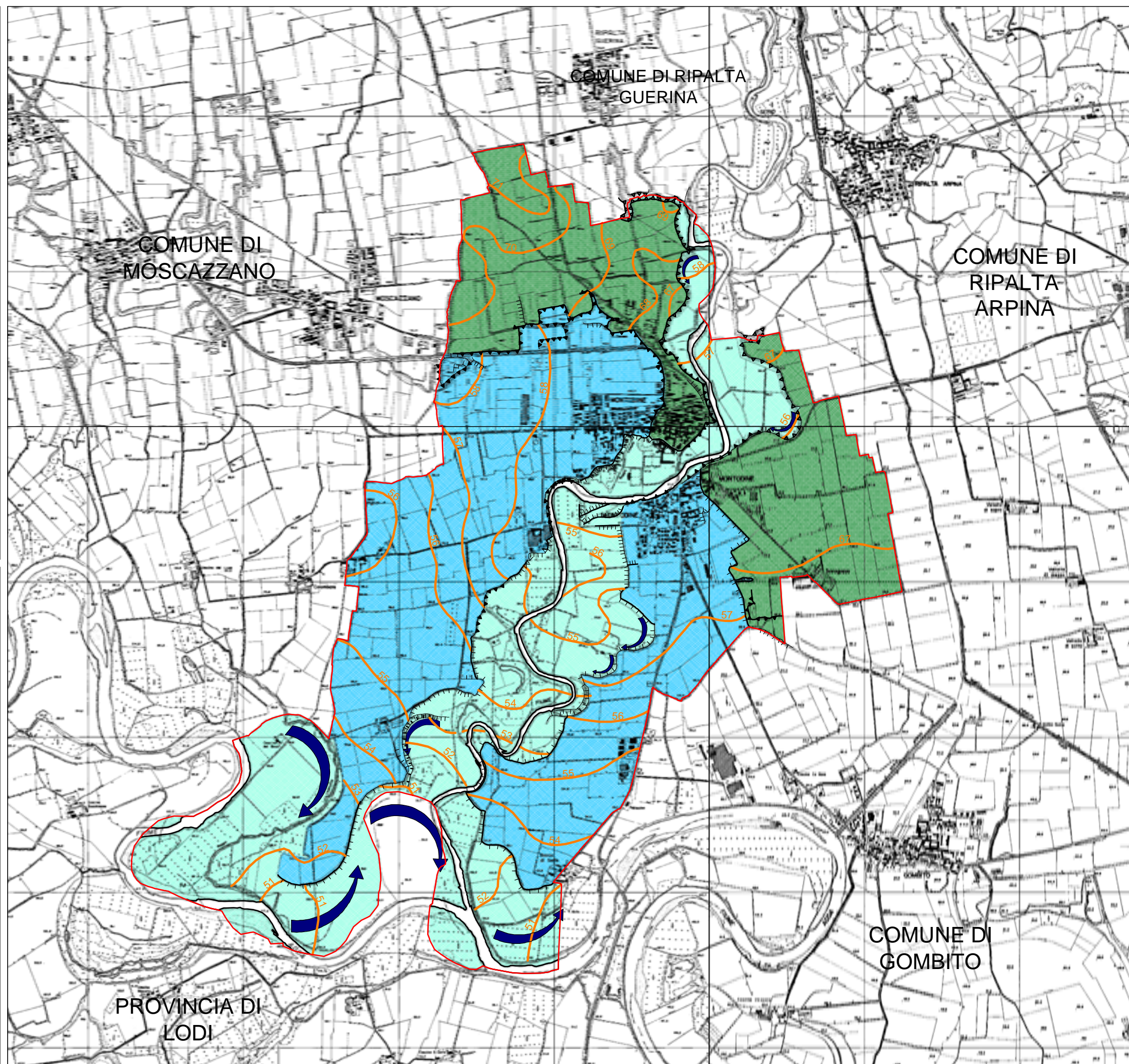
54 Isoipse (equidistanza = 1.00 m) con relative quote in metri s.l.m.

▲▲▲ Scarpata morfologica di altezza superiore a 8 metri

▲▲▲ Scarpata morfologica di altezza compresa tra 3 e 8 metri

▲▲▲ Scarpata morfologica di altezza inferiore a 3 metri

↻ Traccia di paleomeandro



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA
 COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO
 DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n°12 _D.G.R. 22-12-2005 n°8/1566 _D.G.R. 28-05-2008 n°8/7374

TAVOLA CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO

3abis
 CARTA DEL RISCHIO
 DI INONDAZIONE

SCALA 1:25.000
*Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
 Delibera di Approvazione del C. C. num. 12 del 15/03/2010*

Adozione Delibera del C. C. num. 58 del 28/09/2009
 Approvazione Delibera del C. C. num. 12 del 15/03/2010
 Il Sindaco O. Bragonzi Il Geologo Dr. Giuseppe Malerba
 Il Segretario Comunale Dr. F. Ruggieri Marzo 2010

LEGENDA

CLASSIFICAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE

RISCHIO ELEVATO (R4)	R4: aree comprese tra l'alveo fluviale attivo e la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali a ₃ e/o il limite della Fascia A del P.A.I. (o della Fascia B se i due limiti coincidono)
RISCHIO ALTO (R3)	R3/A: aree comprese tra la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali a ₃ ed il limite della Fascia A del P.A.I. (o della Fascia B se i due limiti coincidono) R3/B: aree comprese tra il limite della Fascia A ed il limite della Fascia B e/o B di progetto del P.A.I. R3/C: area compresa tra il limite della Fascia B ed il limite della Fascia C del P.A.I. all'interno delle Alluvioni attuali a ₃ R3/D: aree comprese tra il limite della Fascia B del P.A.I. e la scarpata morfologica che delimita le Alluvioni attuali a ₃ R3/E: area in Fascia C del P.A.I. oltre il "limite B di progetto" comprendente l'abitato di Bocca di Serio
RISCHIO MEDIO (R2)	R2/A: aree comprese tra il limite della Fascia B ed il limite della Fascia C del P.A.I. all'interno delle Alluvioni medio - recenti a ₂ R2/B: area in Fascia C del P.A.I. compresa tra il limite della Fascia B del P.A.I. ed il limite dei suoli inondabili in seguito ad eventi alluvionali con TR= 50 anni
RISCHIO BASSO (R1)	R1/A: aree comprese tra il limite della Fascia C del P.A.I. e la scarpata morfologica principale che delimita le Alluvioni medio - recenti a ₂ R1/B: area esterna alla Fascia C del P.A.I. sottesa alla criticità idraulica C, da sottoporre ad un frequente monitoraggio per la presenza del centro abitato
RISCHIO NULLO (R0)	R0: aree sovrالعlevate caratterizzate dalle Alluvioni Wurmiane F ₃ costituenti il ripiano terrazzato del "Livello Fondamentale della Pianura"

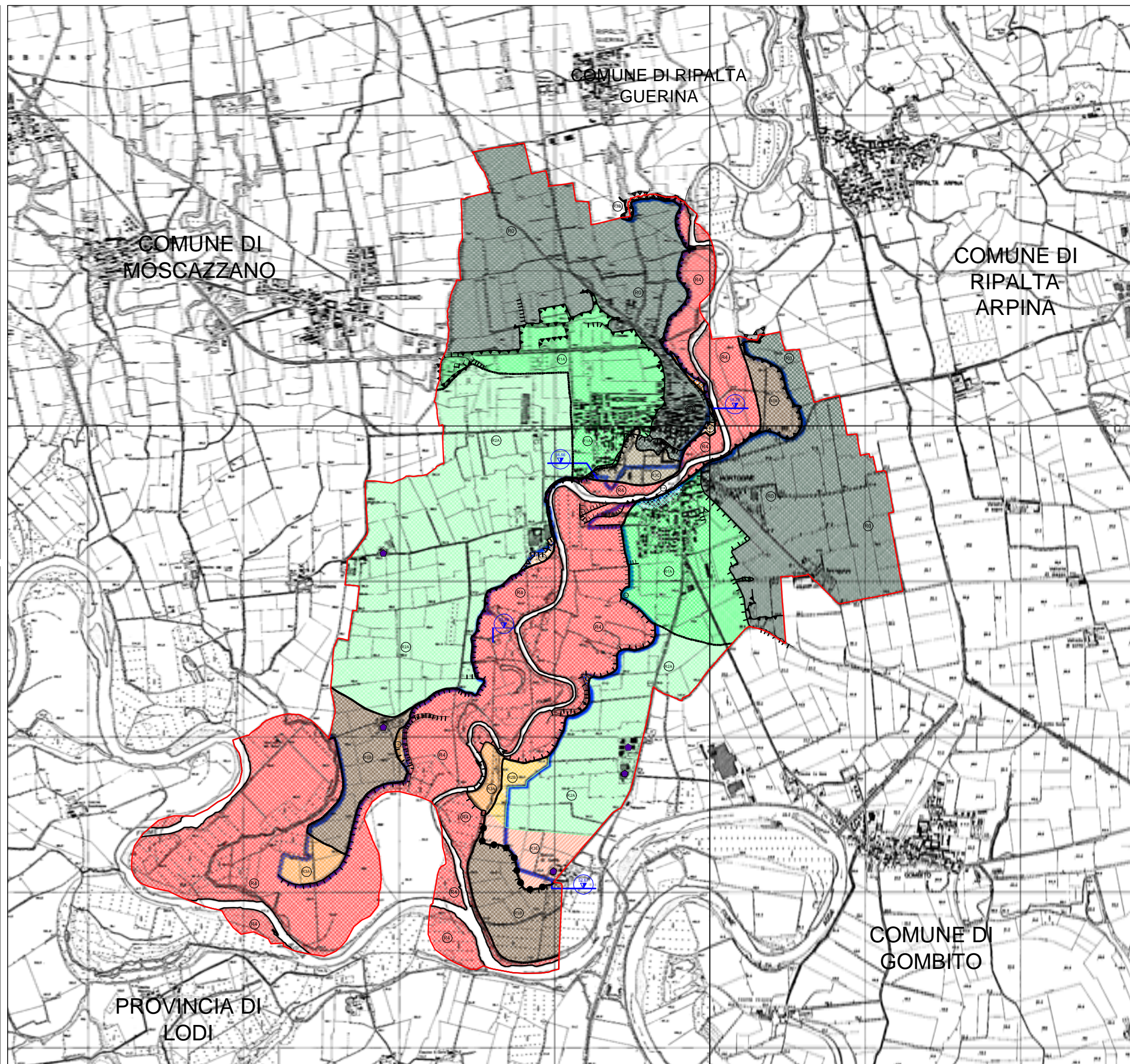
LIMITI DELLE FASCE FLUVIALI DEL P.A.I.
 - - - Limite esterno della Fascia A
 - - - Limite esterno della Fascia B
 - - - Limite di progetto tra Fascia B e Fascia C
 - - - Limite esterno della Fascia C

ELEMENTI MORFOLOGICI
 Scarpata morfologica di altezza superiore a 8 metri
 Scarpata morfologica di altezza compresa tra 3 e 8 metri
 Scarpata morfologica di altezza inferiore a 3 metri

Delimitazione dei suoli a rischio di esondazione in seguito ad eventi alluvionali con TR = 50 anni, come accadde il 22 Settembre 1979

Quota max. s.l.m. raggiunta dalla piena straordinaria (TR=50 anni) durante l'alluvione del 22 settembre 1979

Attività a rischio di inondazione in seguito ad eventi alluvionali con TR > 50 anni



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA
COMUNE DI MONTODINE
 STUDIO GEOLOGICO

DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n°12 _D.G.R. 22-12-2005 n°8/1566 _D.G.R. 28-05-2008 n°8/7374

TAVOLA

6bis

SCALA 1:25.000
















CARTOGRAFIA DI SINTESI
 E VALUTAZIONE

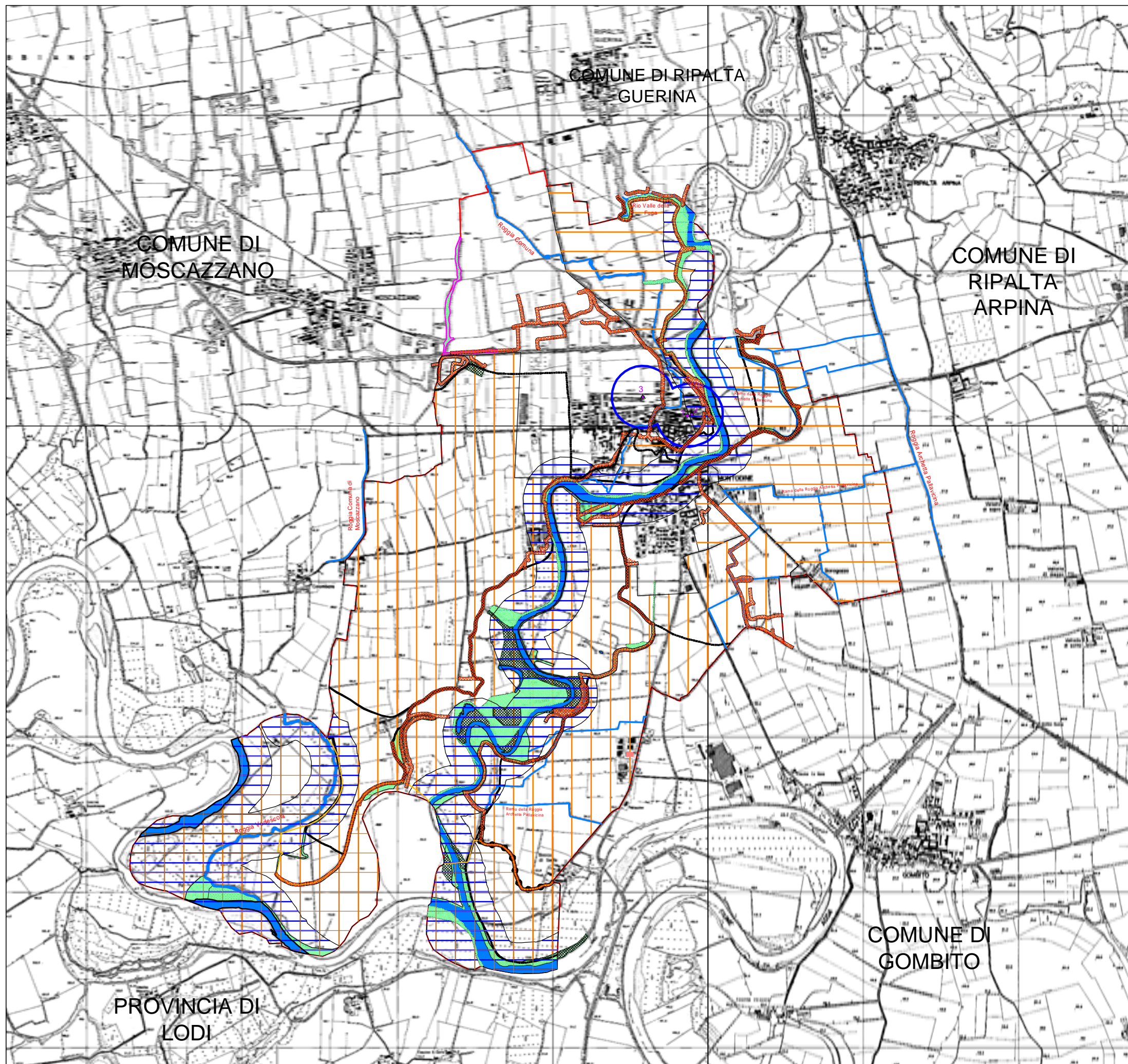
CARTA DEI VINCOLI

*Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
 Delibera di Approvazione del C. C. num. 12 del 15/03/2010*

Adozione	Delibera del C. C. num. 58 del 28/09/2009
Approvazione	Delibera del C. C. num. 12 del 15/03/2010
Il Sindaco O. Bragonzi	Il Geologo Dr. Giuseppe Malerba
Il Segretario Comunale Dr. F. Ruggeri	Marzo 2010

LEGENDA

-  Confini comunali
-  Reticolo idrografico principale ed aree idriche
- LIMITI DELLE FASCE FLUVIALI DEL P.A.I.**
-  Limite esterno della Fascia A
-  Limite esterno della Fascia B
-  Limite di progetto tra Fascia B e Fascia C
-  Limite esterno della Fascia C
-  Parco Regionale Fluviale dell'Adda Sud
-  Parco Regionale Fluviale del Serio
-  Area di elevato pregio faunistico e vegetazionale individuata nei PTC dei Parchi Regionali Fluviali
-  Area di pregio naturalistico coincidente con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello
-  Fascia di rispetto di 10 m dalle scarpate morfologiche
-  Fascia di rispetto di 150 m dai Fiumi Adda e Serio e dalla Roggia Colatore o Vedescola
-  Piattaforma ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti
-  Area di tutela assoluta di pozzo pubblico (raggio = 10 m)
-  Area di rispetto di pozzo pubblico (criterio geometrico, raggio = 200 m)
-  Geosito "Zona a meandri del fiume Adda"
-  Geosito "Vallecole tra Casaletto Ceredano e Montodine"



REGIONE LOMBARDIA
 PROVINCIA DI CREMONA
 COMUNE DI MONTODINE

STUDIO GEOLOGICO
 DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
 L.R. 11-03-2005 n°12 _D.G.R. 22-12-2005 n°8/1566 _D.G.R. 28-05-2008 n°8/7374

TAVOLA
8bis
 CARTOGRAFIA DI PROPOSTA FINALE

CARTA DELLA FATTIBILITA'
 GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO
 E CLASSI DI FATTIBILITA'

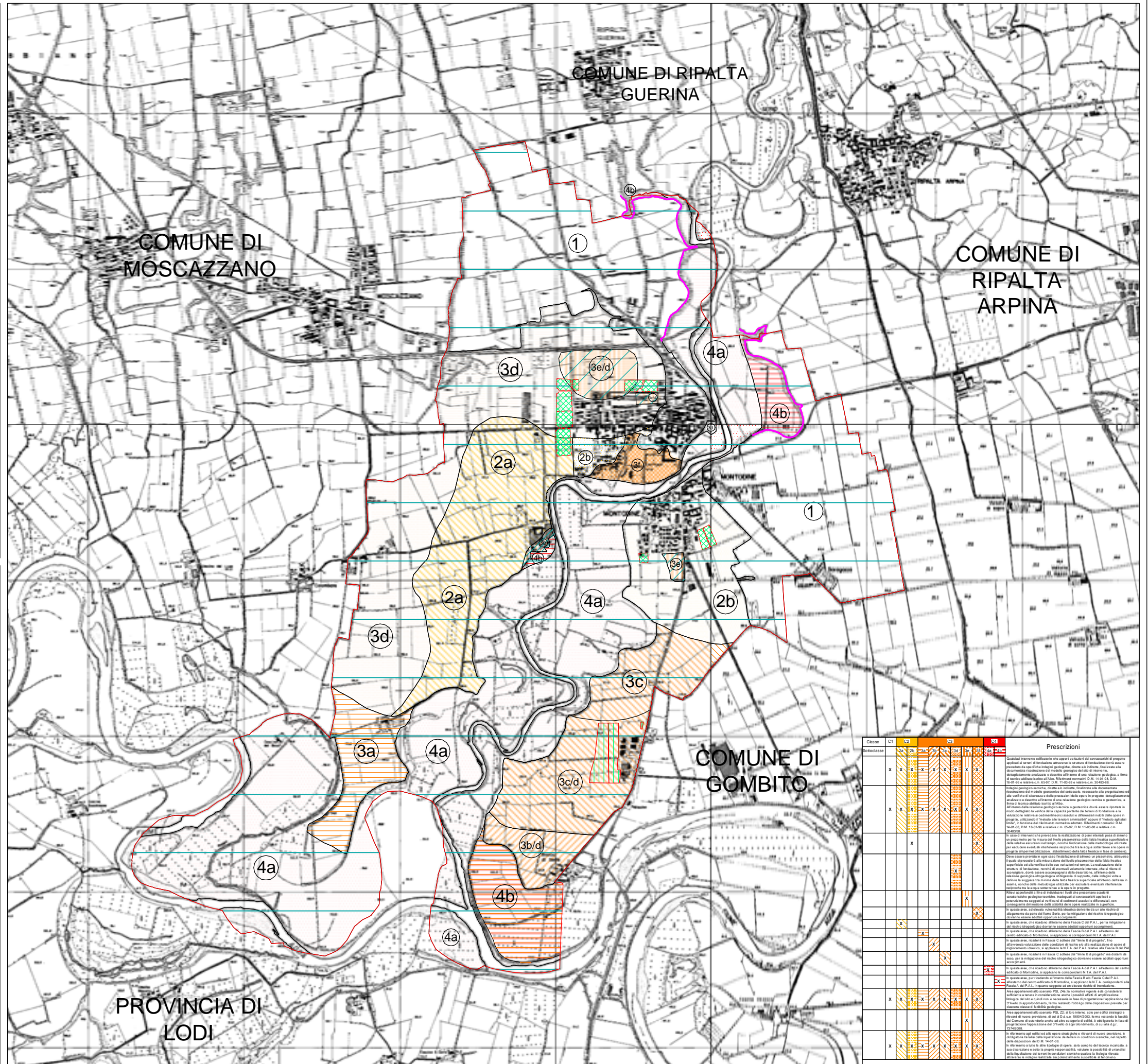
Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni
 Delibera di Approvazione del C. C. num. 12 del 15/03/2010

SCALA 1:25.000

Adozione Delibera del C. C. num. 58 del 28/09/2009
 Approvazione Delibera del C. C. num. 12 del 15/03/2010
 Il Sindaco O. Bragonzi Il Geologo Dr. Giuseppe Malerba
 Il Segretario Comunale Dr. F. Ruggeri Marzo 2010

LEGENDA

- Confini comunali
- ▨ Ambiti di trasformazione artigianato/industria AT.A
- ▨ Ambiti di trasformazione residenza AT.R
- CLASSE 1 - FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
- CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI
 - ▨ Classe 2a - Aree comprese in Fascia C del P.A.I. senza particolari problematiche
 - ▨ Classe 2b - Aree potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
- CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
 - ▨ Classe 3a - Aree comprese in Fascia B del P.A.I.
 - ▨ Classe 3b - Aree comprese in Fascia C del P.A.I. a tergo del "limite B di progetto"
 - ▨ Classe 3c - Aree comprese in Fascia C del P.A.I. distanti dal "limite B di progetto"
 - ▨ Classe 3d - Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
 - ▨ Classe 3e - Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche
 - ▨ Classe 3f - Aree potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idraulico
- CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI
 - ▨ Classe 4a - Aree comprese in Fascia A del P.A.I.
 - ▨ Classe 4b - Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
- ▨ Scenario sismico Z2 ▨ Scenario sismico Z3a ▨ Scenario sismico Z4a



Classe	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	Prescrizioni
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>Qualsiasi intervento edilizio che aggravi i rischi di sismicità di progetto deve essere preceduto da una specifica indagine geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In ogni caso, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, deve essere preceduta da una relazione geologica, idonea ad individuare, in modo dettagliato, le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto. L'indagine deve essere analitica e deve essere preceduta da una relazione geologica, a firma di un tecnico abilitato, che descriva le caratteristiche geologiche del sito, in relazione alla destinazione d'uso e al tipo di intervento proposto.</p>