



COMUNE DI CURTATONE

PGT

# DOCUMENTO DI PIANO



IL SINDACO  
Antonio Badolato

IL SEGRETARIO COMUNALE  
Dott. Giuseppe Capodici

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



POLARIS - Studio Associato  
Prof. Ing. Ugo Bemini



ENGEO - Engineering Geology  
Dott. Geol. Carlo Caleffi

**ASSETTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO**  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

**G.1**

DATA: Novembre 2008  
AGG: Settembre 2010



APPROVAZIONE DELLA CONFERENZA  
AMBIENTALE in data .....

DELIBERA DI ADOZIONE DEL C.C.  
n° ..... del .....

DELIBERA DI APPROVAZIONE DEL C.C.  
n° ..... del .....

PUBBLICAZIONE SUL B.U.R.L.  
n° ..... del .....



INDICE

1	PREMESSE .....	3
2	FONTI BIBLIOGRAFICHE .....	6
2.1	Sistema Informativo Territoriale regionale .....	6
2.2	Programma di tutela e uso delle acque – PTUA .....	7
2.3	Studi e archivi provinciali .....	7
2.4	Studi e archivi comunali .....	7
2.5	Principali testi scientifici consultati.....	8
2.6	Principali siti web consultati .....	9
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	10
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	12
5	ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA .....	13
5.1	Quadro geologico di riferimento .....	13
5.1.1	Inquadramento strutturale e neotettonica .....	13
5.1.2	Lineamenti geologici locali .....	15
5.2	Litologia di superficie .....	17
5.3	Indicazioni di carattere geotecnico.....	19
5.4	Aspetti geopedologici .....	20
5.4.1	Classificazione dei suoli .....	20
5.4.2	Capacità d’uso dei suoli .....	22
5.4.3	Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei liquami .....	25
5.4.4	Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana .....	28
5.4.5	Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee .....	31
5.4.6	Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.....	33
5.4.7	Valore naturalistico dei suoli .....	34
5.5	Geomorfologia.....	36
5.5.1	Quadro geomorfologico di riferimento .....	36
5.5.2	La Carta idro-geomorfologica .....	37
6	ANALISI DELLA COMPONENTE IDROGEOLOGICA .....	41
6.1.1	Inquadramento idrogeologico .....	41
6.1.2	Struttura degli acquiferi .....	43
6.2	Permeabilità dei depositi superficiali .....	45
6.3	Dinamica delle acque sotterranee.....	46
6.4	La vulnerabilità naturale del primo acquifero .....	48
7	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.....	50
7.1	Analisi di I° livello .....	52
7.2	Analisi di II° livello .....	53
7.3	Analisi di III° livello .....	56
8	INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	58
8.1	Precipitazioni .....	58
8.2	Temperature .....	60
8.3	Condizioni termo-pluviometriche.....	62
9	VINCOLISTICA .....	65
9.1	Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89 .....	65
9.2	Vincoli di polizia idraulica .....	66
9.2.1	Elementi del reticolo idrico vincolati ai sensi del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523.....	66
9.2.2	Zona di rispetto dei corsi d’acqua pubblici.....	66
9.3	Geositi.....	67
10	CARTA DI SINTESI .....	68
10.1	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico.....	68
10.1.1	Area ad elevata vulnerabilità dell’acquifero superficiale.....	68
10.1.2	Area con falda affiorante.....	68
10.1.3	Area a bassa soggiacenza della falda .....	68
10.2	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.....	68

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	1	1 di 86



10.2.1	Area ove fluisce l'80% della portata relativa alla piena con tempo di ritorno di 200 anni (Fascia A) .....	68
10.2.2	Area allagata in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 200 anni (Fascia B) .....	69
10.3	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche .....	69
10.3.1	Area con depositi superficiali argilloso-torbosi .....	69
10.3.2	Area con depositi superficiali limoso-argillosi .....	69
10.4	Altre aree evidenziate .....	69
11	FASE DI PROPOSTA .....	70
11.1	Carta di fattibilità delle azioni di piano .....	70
11.2	Attribuzione delle classi di fattibilità .....	70
11.3	Classi di fattibilità .....	71
11.3.1	Classe 1 (Bianca)- Fattibilità senza particolari limitazioni .....	71
11.3.2	Classe 2 (Gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni .....	71
11.3.3	Classe 3 (Arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni .....	72
11.3.4	Classe 4 (Rosso)- Fattibilità con gravi limitazioni .....	72
12	ANALISI DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE .....	73
12.1	Ambito ATEC 101 .....	73
12.2	Ambito ATEC 201 .....	73
12.3	Ambito ATEC 202 .....	74
12.4	Ambito ATEC 203 .....	75
12.5	Ambito ATR 204 .....	76
12.6	Ambito ATR 301 .....	77
12.7	Ambito ATS 401 .....	78
12.8	Ambito ATR 501 .....	78
12.9	Ambito ATEC 502 .....	79
12.10	Ambito ATR 601 .....	80
12.11	Ambito ATR 602 .....	81
12.12	Ambito ATR 603 .....	81
12.13	Ambito ATR 701 .....	82
12.14	Ambito ATR 702 .....	83
12.15	Ambito ATR 703 .....	83
12.16	Ambito ATR 704 .....	84
12.17	Ambito ATR 705 .....	84
12.18	Corte delle Cerchie .....	84
12.19	Standard di progetto tecnologico e socio-assistenziale .....	85

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	1	2 di 86



## 1 PREMESSE

La presente relazione (Elaborato G.1) è stata redatta a supporto del Piano di Governo del Territorio del Comune di Curtatone, in Provincia di Mantova.

La metodologia adottata è quella proposta dalla direttiva " *Aggiornamento dei 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*"<sup>1</sup>, del 2008, che si fonda su tre differenti fasi di lavoro:

1. la fase di analisi, a sua volta suddivisa in:
  - fase di ricerca storica e bibliografica,
  - compilazione della cartografia di inquadramento,
  - fase di approfondimento/integrazione,
2. la fase di sintesi/valutazione,
3. la fase di proposta.

La ricerca storica è stata finalizzata ad acquisire una conoscenza, il più approfondita possibile, del territorio in esame, basandosi sulla raccolta dei dati e della documentazione esistente, senza trascurare quella disponibile presso le Strutture provinciali e regionali e il quadro conoscitivo delle caratteristiche fisiche del territorio e dei vincoli, contenuto nel Sistema Informativo Territoriale regionale.

Al fine di caratterizzare il territorio comunale dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, strutturale e sismico sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici d'inquadramento<sup>2</sup>:

- *Tav. G.2 - Carta geolitologica (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.3 - Carta della litologia di superficie (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.4 - Sezioni litostratigrafiche (Scala L=1:20.000, H=1:400)*
- *Tav. G.5 - Carta idro-geomorfologica (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.6 - Carta idrogeologica (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.7 - Carta della vulnerabilità del primo acquifero (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.8 - Sezioni idrogeologiche (Scala L=1:20.000, H=1:400)*

Quale base cartografica si sono utilizzati i seguenti elementi della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000:

- E7b4
- E7c4

<sup>1</sup> Cfr. paragrafo 3.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	0	3 di 86





- E7b5
- E7c5
- E8b1
- E8c1

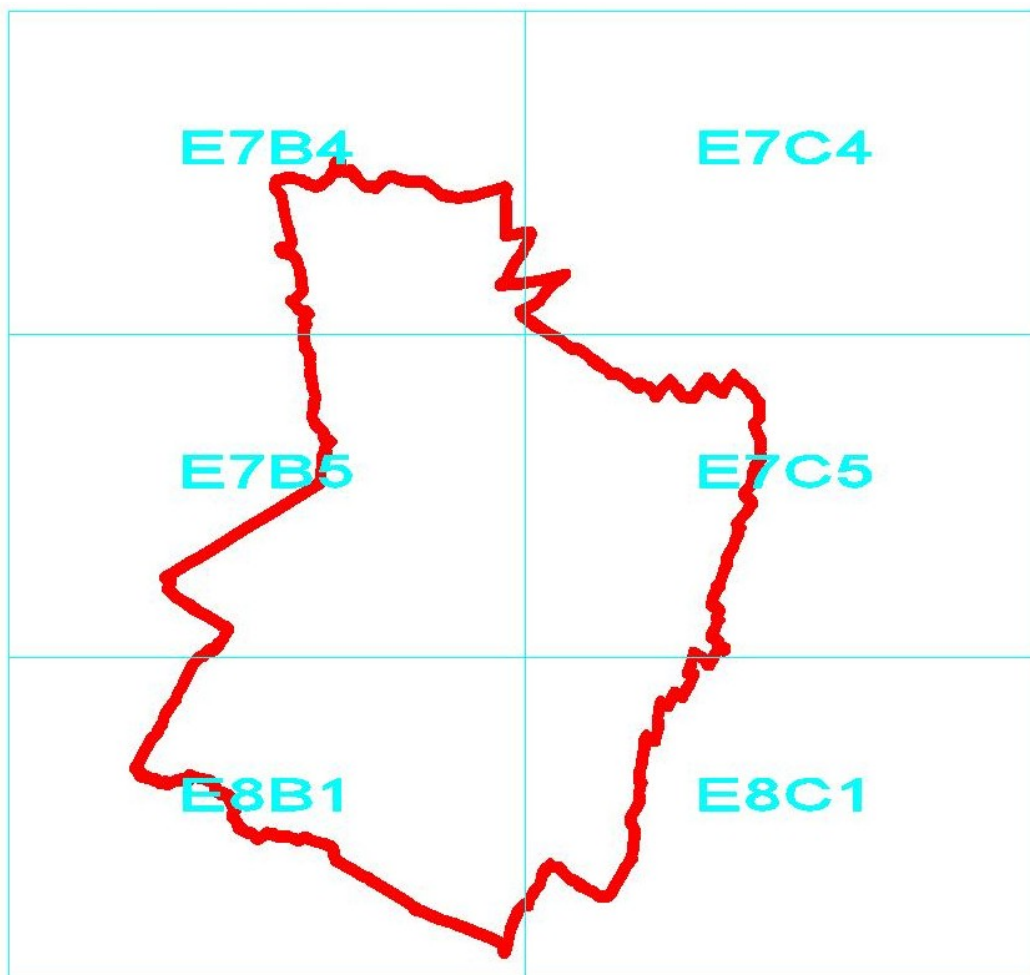



FIG. 1 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DEL COMUNE DI CURTATONE

Tutte le tavole tematiche sono state estese all'intero il territorio comunale senza uscire dal confine in quanto si è giudicato che nell'intorno non si possono verificare fenomeni che interferiscono con l'area in esame.

Molti dei dati raccolti sono riportati in allegato alla presente relazione nei seguenti elaborati:

- *Elaborato G.14 – Allegato - Schede dati geognostici*
- *Elaborato G.15 – Allegato - Schede pozzi a stratigrafia nota*

2 Si tenga presente che per ciascun tematismo raffigurato alla scala 1:10.000 sono state redatti due differenti elaborati: il primo (identificato dal suffisso .1), relativo al settore settentrionale del territorio comunale, il secondo (suffisso .2) a quello meridionale.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	4 di 86



La fase di approfondimento e integrazione, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista e comprendere anche l'analisi della sismicità del territorio con redazione della:

- *Tav. G.9 - Carta della pericolosità sismica locale (Scala 1:10.000)*

La fase di sintesi/valutazione è definita tramite i seguenti elaborati:

- *Tav. G.10 - Carta dei vincoli (Scala 1:10.000)*
- *Tav. G.11 - Carta di sintesi (Scala 1:10.000)*

La carta dei vincoli individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

La carta di sintesi propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

La fase di proposta ha previsto l'applicazione di modalità standardizzate<sup>3</sup> di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi.


Detta assegnazione è stata rappresentata cartograficamente in:

- *Tav. G.12 - Carta di fattibilità delle azioni di piano<sup>4</sup>*

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "Norme geologiche di attuazione" (cfr. elaborato G. 13) che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

<sup>3</sup> Al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

<sup>4</sup> Rappresentata sia alla scala 1:10.000, su base C.T.R., in 2 elaborati (suffissi .1 e .2), che alla scala 1:5.000, su base catastale, in 3 elaborati (suffissi .3, .4 e .5)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	5 di 86



## 2 FONTI BIBLIOGRAFICHE

Come indicato nelle premesse, la prima fase dello studio ha comportato una ricerca storica e bibliografica, basata sulla raccolta di documentazione cartacea e/o su supporto informatico, presso i vari Enti competenti sul territorio: Regione, Provincia, Comune, Parco del Mincio e A.R.P.A.

Di seguito sono citate tutte le fonti bibliografiche utilizzate.

### 2.1 Sistema Informativo Territoriale regionale


Il Sistema Informativo Territoriale permette di acquisire, aggiornare, elaborare, rappresentare e diffondere dati ed informazioni spazialmente riferiti alla superficie terrestre.

Il Repertorio Cartografico del Sistema informativo territoriale della Regione Lombardia comprende:

- cartografia e basi informative geografiche;
- cartografia e basi informative tematiche;
- fotografie aeree;
- immagini derivate dalle riprese da telerilevamento aereo o satellitare;
- specifici progetti di settore, finalizzati all'organizzazione di banche dati o di sistemi informativi.

Come specificato nel seguito della relazione, per la redazione del presente studio, sono risultati di particolare interesse le seguenti aree tematiche

- Geologia degli acquiferi padani
- Carta dei suoli
- Basi informative ambientali della pianura, contenente un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL), che comprende i seguenti 6 tematismi:
  1. l'uso del suolo, realizzato tramite fotointerpretazione di foto aeree eseguite, per conto della Regione, nel 1994,
  2. le attività di sfruttamento del territorio relative, in particolare, al suolo,
  3. l'idrologia superficiale, con il reticolo idrografico attuale e il riporto del reticolo storico dei principali corsi d'acqua,
  4. le rilevanze naturalistiche e paesaggistiche, riguardanti i beni storico-architettonici, ambientali e paesaggistici,
  5. la litologia di superficie, con riferimento alle proprietà granulometriche e fisico-chimiche del substrato pedologico,
  6. la geomorfologia, relativa alla rappresentazione areale, lineare e puntiforme di elementi morfologici caratteristici del territorio.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	6 di 86



## 2.2 Programma di tutela e uso delle acque – PTUA

Il Programma di tutela e uso delle acque – PTUA, definitivamente approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 2244 del 29 marzo 2006, rappresenta lo strumento regionale per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque.

Esso è costituito da:

- Relazione di sintesi
- Relazione generale
- Rapporto ambientale
- Studio di incidenza
- Norme tecniche di attuazione
- Cartografia di Piano
- Allegati tecnici alla relazione generale

Nell'articolo 51 delle Norme Tecniche di Attuazione sono riportate le misure immediatamente vincolanti per i privati e le pubbliche amministrazioni.

In rete sono disponibili anche le basi dati tematiche utilizzate per redigere il PTUA, organizzate in un database suddiviso nelle sei parti, qui sotto elencate:

- Corpi idrici superficiali e Aree idrografiche
- Monitoraggio Idrometeorologico
- Classificazione qualitativa acque superficiali
- Monitoraggio e classificazione acque sotterranee
- Impatti
- Risultati modellazioni

## 2.3 Studi e archivi provinciali


Presso l'Amministrazione Provinciale di Mantova è stata raccolta la seguente documentazione:

- *"Piano Cave della Provincia di Mantova"* approvato con delibera di consiglio comunale n° 947 del 17/12/2003
- *"Catasto informatizzato delle attività estrattive" – Settore cave – aggiornato all'1 gennaio 2007*
- *"Programma Provinciale di Protezione Civile"* – Provincia di Mantova, 2001
- *"Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova"* approvato con delibera del Consiglio Provinciale n° 61 del 28/11/2002 e pubblicato sul BURL - serie inserzioni n° 5 del 29/01/2003

## 2.4 Studi e archivi comunali

Presso l'Amministrazione Comunale di Curtatone è stata raccolta la seguente documentazione:

- *"Studio geologico-tecnico a corredo della Variante Generale al Piano Regolatore Generale Comunale"* redatta dal dott. Giorgio La Marca, nel febbraio 1998

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	7 di 86






- *"Studio geologico per la Variante Parziale n. 24 al Piano Regolatore Generale Comunale"* redatta dal dott. Carlo Caleffi, nel luglio 2003
- *"Studio geologico e studio di valutazione del rischio idrogeologico in adeguamento al P.A.I."* – Variante Parziale al Piano Regolatore Generale Comunale in adeguamento alla Legge Regionale n. 1 del 15 Gennaio 2001 e al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Aprile 2004
- *"Studio geologico per la Variante Parziale 01/2005 al Piano Regolatore Generale del Comune di Curtatone"* redatta dal dott. Carlo Caleffi, nel gennaio 2005
- Ortofotopiani della Regione Lombardia, volo 2003

## 2.5 Principali testi scientifici consultati

- Amadesi E. et alii (1985) - Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana - M & S litografia, Torino
- Baraldi F. et alii (1980) - Neotettonica di parte dei fogli Peschiera del Garda (48), Verona (49), Mantova (62) e di tutto il foglio Legnago (63) - CNR Prog.Fin. Geodinamica, pubbl. 356
- Baraldi F., Prandi L., Zavatti A. (1990), Carta di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'unità idrogeologica: Fiume Mincio-Laghi di Mantova-Anfiteatro Morenico Frontale del Garda-Area pedecollinare, Atti I Convegno Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, vol. I, 20-22 Sett., Marano sul Panaro (Modena)
- Baraldi F. e Zavatti A. (1994) – Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Volume 5. La Provincia di Mantova. Pitagora Editrice, Bologna
- Beretta G.P. (1986) - "Contributo per la stesura di una carta idrogeologica della Lombardia". Acque sotterranee, n. 4, dicembre, Milano
- Cassano E., Anelli L., Fichera R. e Capelli V. (1986) - Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici - AGIP - 73° congresso Società Geologica Italiana - 29 settembre - 4 ottobre 1986, Roma
- C.N.R.-I.R.S.A. (1979) – Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana. Quaderni I.R.S.A., 28 (II), Roma
- C.N.R.-I.R.S.A. (1981) – Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. Quaderni I.R.S.A. 51 (II), Roma
- Cozzaglio A. (1933) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Fogli 48 Peschiera del Garda e 62 Mantova Uff. Idr.R. Magistr. Acque, Venezia
- Dondi L., Mostardini F. e Rizzini A. (1982) - Evoluzione sedimentaria e paleogeografica della Pianura Padana - in Cremonini G. e Ricci Lucchi F. : "Guida alla geologia del margine appenninico padano", pp. 205-236, Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna
- Regione Lombardia (2001) - "Acque sotterranee in Lombardia. Gestione sostenibile di una risorsa strategica". Azioni per costruire uno sviluppo sostenibile, Milano


	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	8 di 86



- Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002) - Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia, a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA., Firenze
- Ricci Lucchi F., Ciabatti M., Pellegrini M., Veggiani A. (1990) - Evoluzione geologica della Pianura - In Il mondo della natura in Emilia Romagna - La Pianura e la Costa - Federazione delle Casse di Risparmio e delle banche del Monte dell'Emilia e Romagna - Amilcare Pizzi Ed. - Cinisello Balsamo (MI)

## 2.6 Principali siti web consultati

- [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it) (sito della Regione Lombardia)
- [www.provincia.mantova.it](http://www.provincia.mantova.it) (sito della Provincia di Mantova)
- [www.curtatone.it](http://www.curtatone.it) (sito del Comune di Curtatone)

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	9 di 86



### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

La prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale viene attuata in Regione Lombardia dal 1993.

Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n. 7/6645 del 29 ottobre 2001 hanno costituito sino ad ora gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla l.r. 24 novembre 1997, n. 41, recentemente abrogata dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio".

A livello nazionale, inoltre, l'entrata a regime dei piani di bacino previsti dalla legge 183/89, ha contribuito notevolmente a valorizzare il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione sovraordinata.


Le recenti modifiche costituzionali (modifica del Titolo V) recepite, per quanto attiene agli aspetti urbanistico-territoriali, a livello regionale dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio", impongono un approccio di più alto profilo, con una maggiore assunzione di responsabilità dei professionisti di settore in tutte le fasi del processo pianificatorio.

L'entrata in vigore della "Legge per il governo del territorio", ha quindi modificato profondamente l'approccio culturale alla materia urbanistica passando dal concetto di pianificazione a quello di Governo del Territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), ha imposto una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici a scala comunale.

A tal riguardo, la Direzione Generale Territorio e Urbanistica – Unità Organizzativa Tutela e Valorizzazione del Territorio della Regione Lombardia ha redatto i "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", contenuti nella d.g.r. n. 1566 del 22 dicembre 2005 pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regionale n. 13, Edizione Speciale del 28 marzo 2006.

Tali criteri sono stati successivamente aggiornati e corretti dalla Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2008 – N.8/7374 . *Aggiornamento del "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", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566.* Pubblicata sul 2° Supplemento Straordinario al n.24 del Bollettino Ufficiale Regionale, 12 giugno 2008.

Nella direttiva e successivo aggiornamento sono forniti gli indirizzi, le metodologie e le linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare, vengono in questo atto introdotte nuove linee guida per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basate sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica.


 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	10 di 86



Per i comuni (come Curtatone) che hanno già realizzato uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione, la direttiva fornisce indicazioni per l'aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche.

Inoltre, essa ha lo scopo di rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI) e definire, per questi ultimi, le modalità e le possibilità di aggiornamento.

Per il Comune di Curtatone, essendo già stato realizzato uno studio geologico ai sensi della l.r. 41/97, esteso all'intero territorio comunale non sarebbe necessario realizzare uno studio geologico "ex novo", ma sarebbe sufficiente un aggiornamento relativamente alla componente sismica, all'analisi vincolistica, alla cartografia di sintesi e di fattibilità. Ciò nonostante, si è ritenuto più corretto rivedere anche il quadro conoscitivo alla luce di nuovi dati disponibili e, quindi, redigere uno studio completo conforme della sopraccitata direttiva.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	11 di 86



## 4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Curtatone si estende su una superficie di circa 67 Km<sup>2</sup> occupando una porzione nel tratto centro meridionale della pianura mantovana. I confini amministrativi interessano :

- a Nord i comuni di Rodigo e di Porto Mantovano;
- a Nord-Est il comune di Mantova;
- ad Est il comune di Virgilio;
- a Sud Sud-Est il comune di Borgoforte;
- ad Ovest i comuni di Marcaria e Castellucchio

I principali centri abitati sono: San Silvestro, Levata, Buscoldo e Montanara.

A Nord, il confine comunale coincide con il corso principale del fiume Mincio che, in zona, presenta numerose diramazioni.


In relazione all'idrografia, di seguito è riportato l'elenco dei corsi d'acqua pubblici vincolati, ricadenti all'interno del territorio comunale, individuati nella delibera della G.R. 25.7.1986 n. 4/12028 che riprende le informazioni degli elenchi delle acque pubbliche (R.D. 1775/33 e successive modificazioni e integrazioni) e identifica ogni corso d'acqua attraverso un numero progressivo e il nome:

- 20200091 - Fiume Mincio, laghi di Mantova e anche rio di Mantova
- 20200090 – Scolo Fossaviva e fosso dei Gambari
- 20200096 - Cavo Osone Vecchio
- 20200095 – Cavo Osone nuovo e seriola Marchionale

Il Comune di Curtatone ricade in due comprensori consorziali: il settore più settentrionale, nel Consorzio di Bonifica dell'Alta e Media Pianura Mantovana, mentre, tutta la restante parte di territorio, nel Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Le principali infrastrutture ricadenti in Comune di Curtatone sono la linea ferroviaria Modena-Mantova, che attraversa il territorio comunale nel settore più orientale con andamento Nord-Sud, e le strade provinciali, che si diramano dal vicino comune di Mantova e attraversano trasversalmente il territorio comunale: la ex S.S. 10 "Padana Inferiore", la ex S.S. 420 "Sabbionetana" e la S.P. 57 "di San Silvestro".

Quanto ai beni vincolati ai sensi del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, art. 136, nel territorio in esame è presente una "bellezza d'insieme": infatti, con il D.M. 24 Agosto 1966 "Dichiarazione di notevole interesse pubblico della zona delle sponde del Fiume Mincio, Sita nel comune di Curtatone (Mantova)" è stato riconosciuto che *le sponde predette hanno un notevole interesse pubblico in quanto lungo il suo corso il Fiume Mincio presenta caratteri veramente eccezionali dal punto di vista paesistico venendo a costituire le sue sponde un insieme di quadri di grande suggestività ed interesse, ricchi di punti di vista e belvedere accessibili al pubblico dai quali si gode lo spettacolo delle sopraccitate bellezze.*

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	12 di 86





## 5 ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

### 5.1 Quadro geologico di riferimento

#### 5.1.1 Inquadramento strutturale e neotettonica

Il territorio del Comune di Curtatone appartiene al settore nord orientale della Pianura Padana. L'evoluzione geologica dell'area risulta connessa allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, costituendo l'avanfossa di entrambi i sistemi.

Dal Pliocene ad oggi tale depressione, dal profilo asimmetrico, con minore inclinazione del lato settentrionale, è stata progressivamente colmata da sedimenti dapprima marino-transizionali e quindi strettamente continentali.

Strutturalmente l'area in esame ricade in un settore monoclinale (*Pedealpine Homocline*), limitato, a Nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta Mantovana, e, a Sud, dal fronte di accavallamento esterno dell'Appennino sepolto (ETF) nella zona di virgazione che l'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi forma con il sistema delle Pieghe Emiliane (cfr. Fig. 2). Ciò si spiega con il fatto che nel Mantovano è stata individuata la cosiddetta "zona ostacolo" ritenuta responsabile di tale disallineamento dell'ETF e coincidente con una significativa anomalia aereo-magnetica positiva del Basamento Magnetico connessa alla presenza di intrusioni basiche.

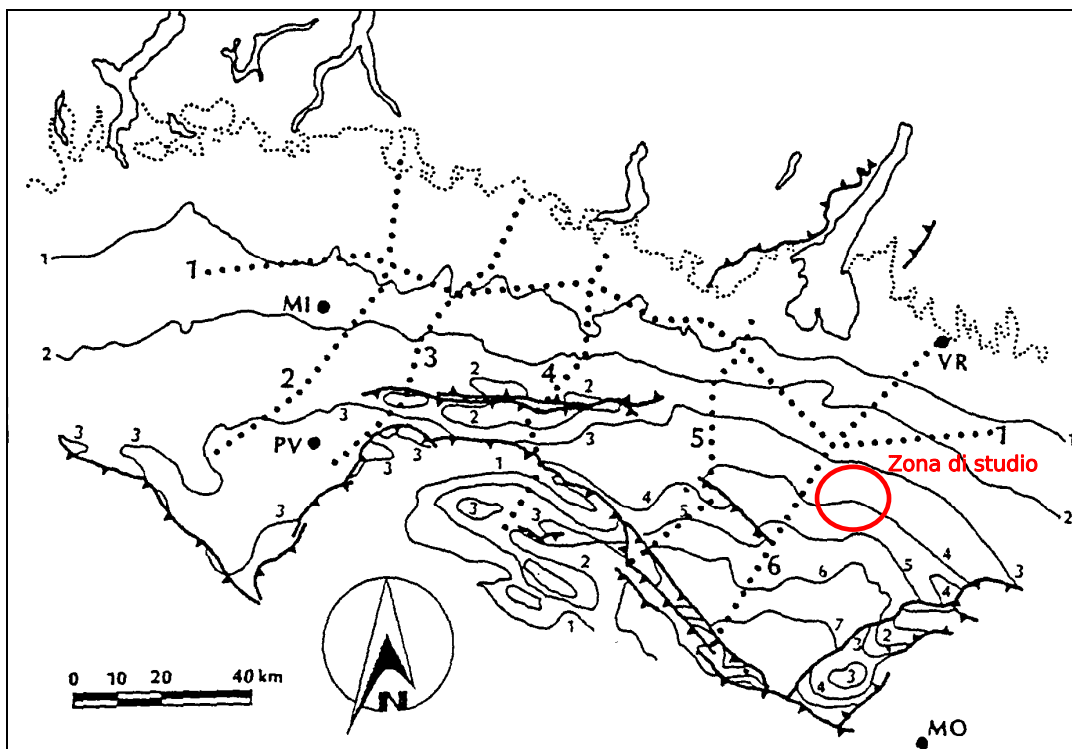


FIG. 2 – SCHEMA TETTONICO STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA (DA PIERI E GROPPI, 1981)  
(ISOBATE DEL TETTO DEL PLIOCENE IN MIGLIAIA DI METRI)



A causa del suo comportamento prevalentemente rigido la monoclinale padana non sembra essere stata interessata dalle deformazioni legate alla fase parossistica terziaria sebbene alcuni ricercatori abbiano riconosciuto blandi fenomeni di compressione esercitati dal Fronte Appenninico.

L'evoluzione del bacino padano vede, a partire dal Messiniano, la quasi completa cessazione dei movimenti tettonici legati all'edificio alpino. Nel contempo si registra un sensibile spostamento verso Nord-Est del fronte dell'Appennino settentrionale. Da questo momento le geometrie deposizionali del bacino padano sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde Nord Appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini. Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente in modo consistente di tali movimenti. Il margine settentrionale risente invece in modo più blando di quanto succede nel bacino. I movimenti sono registrati da superfici di erosione arealmente anche molto estese, dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e dalla deposizione di livelli detritici fini legati a movimenti eustatici.

Gli studi della successione sedimentaria plio-pleistocenica padana ne hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo.

Infatti, i depositi torbiditici di mare profondo, presenti alla base, sono ricoperti da un prisma sedimentario all'interno del quale si distinguono le seguenti *facies*: scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia/lagunare e fluviale.

I corpi sedimentari presentano due direzioni prevalenti di progradazione: la prima assiale rispetto al bacino Padano, Est vergente, originata dal paleo-delta del Po; la seconda trasversale Sud-Est vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina.


Le principali classi di sistemi deposizionali possono essere raggruppate come segue:

- Piana alluvionale ad alimentazione assiale (paleo-Po)
- Conoide alluvionale e piana alluvionale ad alimentazione alpina e appenninica
- Delta ad alimentazione assiale (paleo Po) alpina ed appenninica
- Delta conoide alpino ed appenninico
- Piana costiera
- Piattaforma sommersa
- Scarpate sottomarina
- Piana bacinale.

L'organizzazione verticale delle *facies* all'interno delle prime quattro classi di sistemi deposizionali, ed in particolare nei sistemi di piana alluvionale, di conoide alluvionale e nei sistemi deltizi, è invariabilmente costituita dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana con corpi a granulometria fine. Molte volte è possibile distinguere una gerarchia di spessori, con insiemi di cicli di rango inferiori spessi alcuni metri che costituiscono cicli di rango superiore, spessi alcune decine metri.

Si può ipotizzare che tali unità cicliche rappresentano fasi sedimentarie di alta energia alternate a fasi di bassa energia dovute rispettivamente all'attivazione e alla disattivazione dei sistemi deposizionali.

Per quanto concerne l'evoluzione tettonica recente, gli studi hanno evidenziato che il settore di pianura oggetto di studio è stato interessato, durante il Quaternario, da una lenta subsidenza, talora

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	14 di 86



non del tutto compensata dalla sedimentazione.

L'asse principale di tale fenomeno è rappresentato dalla sinclinale Cremona - foce Taro - Poviglio, con un abbassamento più accentuato nella parte meridionale.

La subsidenza è stata particolarmente attiva (migliaia di metri) nell'intervallo 3.400.000-700.000 anni b.p. presentando velocità nell'ordine di 0.5 cm/anno.

Allo stato attuale si può affermare che il territorio in esame è interessato soltanto da una debole subsidenza che per il suo carattere regionale, non influenza i manufatti già realizzati o da realizzarsi.

Tale stabilità tettonica risulta particolarmente significativa per quanto concerne l'attività sismogenetica dell'area in esame.

### 5.1.2 Lineamenti geologici locali

L'assetto geologico dell'area comunale è il complesso risultato di eventi morfogenetici e deposizionali. Nel corso del Quaternario continentale il succedersi di situazioni di disequilibrio climatico (cicli glaciali) ha dato origine alle corrispondenti serie di aggradazione/degradazione del livello marino, con una conseguente mutazione e evoluzione degli associati sistemi sedimentari continentali.

Come già evidenziato in precedenza, la dinamica fluviale è la principale responsabile dell'assetto litostratimetrico di questo settore di pianura. Infatti, esso è stato edificato ad opera dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua ivi confluenti, pur con significativi condizionamenti antropici e neotettonici connessi con i fenomeni di subsidenza descritti in precedenza.

In particolare, i depositi degli orizzonti più superficiali del territorio comunale di Curtatone, sono riconducibili alla deposizione fluviale ad opera del fiume Mincio.

Tralasciando un'attribuzione cronologica di tali depositi, nel presente studio, si è operata una distinzione in unità che avessero interesse sotto l'aspetto geologico-applicativo.

Pertanto, nella Carta Geolitologica di Tav. G.2, una volta individuate due unità di alto rango, quella dei depositi che costituiscono il "Livello Fondamentale della Pianura" e quella dei depositi, terrazzati su più ordini, riferibili ad una fase erosiva più recente, al loro interno sono state evidenziate *facies* differenti distinte sulla base delle caratteristiche litostratimetriche dei primi 10÷15 m di sottosuolo.

Allo scopo sono stati raccolti ed esaminati criticamente una grande mole di dati geognostici, derivanti dai sondaggi, trincee esplorative, prove penetrometriche, pozzi, scavi aperti ecc.

Le singole stratigrafie sono riportate nei seguenti allegati :


- Elaborato G.14 – Allegato - Schede dati geognostici
- Elaborato G.15 – Allegato - Schede pozzi a stratigrafia nota

In Tav. G.2 sono, invece, rappresentate le rispettive ubicazioni.

In sintesi, nella Carta geolitologica, si sono, distinte le seguenti unità:

#### Depositi all'interno delle fasce terrazzate

- *Alluvioni fluviali costituite da alternanze di ghiaie e sabbie*: allineati lungo tracce di paleolavei, tali depositi compaiono con andamento variabile sia nel settore settentrionale che in quello meridionale del territorio comunale.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	15 di 86




- *Alluvioni fluviali costituite da sabbie prevalenti*, che caratterizzano un limitato settore all'estremità nord-orientale del territorio comunale, a ridosso della sponda meridionale del fiume Mincio.
- *Alluvioni fluviali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 0 a 5 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*, che si trovano prevalentemente, nel settore Nord del territorio comunale, nelle aree limitrofe all'alveo del fiume Mincio, e, lungo il territorio comunale, si distribuiscono con andamento sinuoso lungo tracce di paleovalle.
- *Alluvioni fluviali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 5 a 10 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*, che sono limitate a una piccola fascia, lungo il confine con il comune di Rodigo.

#### Depositi del livello fondamentale della pianura

- *Alluvioni fluvio-glaciali costituite da alternanze di ghiaie e sabbie*: unità del livello fondamentale della pianura che si riscontra in aree isolate sia del settore settentrionale che in quello meridionale del territorio comunale.
- *Alluvioni fluvio-glaciali costituite da sabbie prevalenti*, diffuse nell'intero territorio comunale in maniera discontinua.
- *Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile tra i 0 e i 5 metri, che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*: che rappresentano i depositi più diffusi nel territorio comunale.
- *Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi di spessore variabile da 5 a 10 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*, che si riscontrano in due aree del settore centro orientale del Comune e, prevalentemente, nel settore sud occidentale dello stesso.
- *Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi di spessore variabile da 10 a 15 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*, le quali si trovano in aree limitate per estensione, distribuite nel settore sud occidentale del Comune.
- *Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi di spessore maggiore di 15 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi*, ubicate in tre zone circoscritte al settore sud-orientale del territorio in esame.

Per meglio rappresentare graficamente le caratteristiche litostratigrafiche del territorio in esame sono state ricostruite anche 2 sezioni geologiche interpretative (cfr. Sezioni litostratigrafiche di Tav. G.4): la sezione A-A'-A''-A''' tracciata lungo una spezzata con andamento SW-NE, nel tratto più meridionale, e circa S-N, più a Nord, all'incirca allineata con la direzione d'allungamento del Comune, e la sezione B-B'-B''-B''' sempre costruita lungo una linea spezzata che attraversa l'intero territorio comunale con andamento WSW-ESE, terminando in corrispondenza dell'abitato di Levata.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	16 di 86



Per redigere tale elaborato si è fatto riferimento alle informazioni derivanti da precedenti indagini geognostiche o da perforazioni per la realizzazione di pozzi (cfr. Elaborati G.14 e G.15) previo un'analisi critica degli stessi dati<sup>5</sup>.

Le sezioni raffigurate in Tav. G.4, che arrivano a rappresentare il sottosuolo oggetto di studio fino a 120 m di profondità, evidenziano come il sottosuolo di quest'area sia caratterizzato da alternanze di depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con depositi prevalentemente limosi e argillosi. Si osserva, inoltre, che gli spessori maggiori si riscontrano per i depositi più grossolani (in particolare nei primi 30 m) e che le interdigitazioni di questi corpi con strati di minor spessore e a granulometria fine risultano a cadenza abbastanza regolare.

Relativamente a quanto indicato nel presente paragrafo, è necessario precisare che i depositi in esame, a causa dei processi deposizionali (fluviali e fluvio-glaciali) che li hanno messi in posto, sono caratterizzati dall'aver una discreta variabilità di facies (granulometria e strutture sedimentarie) sia laterale che verticale. Conseguentemente, le considerazioni sopra riportate, sul loro spessore e sulla distribuzione nel sottosuolo, sono da ritenersi puramente indicative.

## 5.2 Litologia di superficie

Nel presente studio, tra i tematismi esaminati relativi al territorio del Comune di Curtatone, è stato affrontata anche la litologia di superficie che, come descritto nei precedenti capitoli, è rappresentata esclusivamente da depositi continentali quaternari.

Tale analisi è partita dai dati disponibili sul SIT della Regione Lombardia (cfr. paragrafo 2.1) ove sono riportati risultati di un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL).

In detto progetto le informazioni riportate come areali derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico rilevate per la redazione della carta dei suoli lombardi. Il rilevamento pedologico è stato realizzato attraverso l'effettuazione di sondaggi e relative analisi e descrizioni (profili, trivellate e osservazioni di campagna) sino alla profondità di 2 m dal piano di campagna. I dati dei profili pedologici, analizzati per la carta del suolo, sono stati rielaborati per definire le unità cartografiche della litologia di superficie. Tale definizione è basata sulla classificazione granulometrica del materiale secondo la classificazione ASTM., che definisce i limiti riportati nella seguente Tabella 1.

ghiaia	sabbia	limo	argilla
4,76mm	0,075mm	0.002mm	<0.002

TABELLA 1 - CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA DEI TERRENI ASTM

*5 Ad esempio, si è osservato che, spesso, le stratigrafie rilevate durante la perforazione di pozzi profondi sono poco affidabili per quel che concerne gli orizzonti più superficiali, considerati, ai fini del prelievo idrico, di minor interesse.*

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	17 di 86





Le informazioni così desunte sono state verificate ed integrate mediante dati provenienti da indagini geognostiche oltre che con quanto emerso nel corso dei sopralluoghi ed osservazioni relative a scarpate e fronti di scavo.

La zonazione delle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali è stata raffigurata, alla scala 1:10.000, nella Carta della litologia di superficie di Tav. G.3.

In tale tavola, per gli scopi del presente studio, si è ritenuto di operare delle semplificazioni, accorpendo molte classi litologiche tenute distinte sul SIT della Regione Lombardia.

Nella tavola sopramenzionata, dei terreni affioranti, oltre alle caratteristiche granulometriche, si è voluto rappresentare anche a quale delle unità geologico-morfologiche definite nel paragrafo 5.1.2 essi appartengano.

Conseguentemente la legenda è stata strutturata nel seguente modo:

#### Depositi all'interno delle fasce terrazzate

##### ➤ *Terreni prevalentemente ghiaiosi*

Sono distribuiti, perlopiù, lungo gli allineamenti dei principali canali del territorio comunale. Si sviluppano in aree ristrette sia nel settore settentrionale che in quello meridionale.

##### ➤ *Terreni prevalentemente sabbiosi*

Sono limitati ad una modesta area al limite nord-orientale del territorio comunale a ridosso dell'attuale corso del fiume Mincio.

##### ➤ *Terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi*

Si distribuiscono lungo una fascia con andamento sinuoso che attraversa l'intero territorio comunale, coincidente con il paleoalveo del fiume Mincio. Su tali depositi si imposta parte del corso del canale Osone Nuovo, nel settore settentrionale, e il corso dei canali Fossa Viva e Roncocorrente in quello meridionale.

##### ➤ *Terreni prevalentemente argilloso-torbosi*

Questa tipologia di terreno caratterizza le aree perfluviali del fiume Mincio e della rete di canali minori ad esso associati. Si tratta di sedimenti legati a una deposizione in ambiente palustre.


#### Depositi del livello fondamentale della pianura

##### ➤ *Terreni prevalentemente ghiaiosi*

Si trovano in differenti aree del territorio comunale: nel settore occidentale, si rinvengono tali depositi in aree limitrofe agli abitati di San Silvestro e Levata; mentre, nel resto del Comune, presentano svariati andamenti, adiacenti alle zone di terrazzo.

##### ➤ *Terreni prevalentemente sabbiosi*

Sono i depositi che occupano la maggior parte del settore settentrionale del territorio comunale e su di essi sono impostati i principali centri abitati.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	18 di 86



➤ *Terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi*

Spostandosi verso il settore meridionale del territorio la granulometria dei depositi del livello fondamentale della pianura diminuisce progressivamente e prevalgono litologie limose e limoso sabbiose.

➤ *Terreni prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi*

Si tratta di una classe litologica identificata solo in una ristretta area in corrispondenza del paese di Buscolo.

Riepilogando, dall'esame della Carta della litologia di superficie si osserva come il settore settentrionale del territorio di Curtatone sia caratterizzato da litologie a tessitura medio-grossolana, ad eccezione dell'area strettamente settentrionale del comune caratterizzata da depositi palustri associati all'attuale attività del fiume Mincio. Depositati medio-grossolani si rinvennero sia nel livello fondamentale della pianura, che, nelle aree più ribassate, all'interno delle fasce terrazzate.

Nel settore meridionale, invece, sono presenti depositi grossolani nelle zone terrazzate, mentre si assiste a un progressivo aumento delle tessiture fini tra i depositi del livello fondamentale della pianura. Essi, infatti, via via sostituiscono e dominano percentualmente sui depositi sabbiosi caratterizzanti il settore settentrionale del Comune.

### 5.3 Indicazioni di carattere geotecnico

Al fine di fornire delle indicazioni di carattere geotecnico sui depositi presenti nel primo sottosuolo del territorio comunale di Curtatone e descritti nel precedente paragrafo 5.2, di seguito ne viene definita l'appartenenza, di massima, ai differenti gruppi, secondo il sistema di classificazione CNR UNI 10006:

<i>Classe litologica</i>	<i>Gruppo di Classificazione</i>
terreni prevalentemente ghiaiosi terreni prevalentemente sabbiosi debolmente ghiaiosi	A-1
terreni prevalentemente sabbiosi	A-2 e A3
terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi	A-4 e A-5
terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi terreni prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi	A-6 e A-7
terreni prevalentemente argilloso-torbosi	A-8



Volendo fornire delle indicazioni sulle principali caratteristiche, sempre sotto il profilo geotecnico, di tali terreni, si può evidenziare il miglior comportamento, quale terreno di fondazione, dei materiali granulari (sabbie e ghiaie) rispetto alle terre a grana fine (limi e argille).

Quest'ultime, infatti, oltre a presentare, mediamente, minori valori di capacità portante sono soggette, a parità di carichi applicati, a cedimenti di maggior consistenza.

Caratteristiche che risultano decisamente peggiori nei depositi contraddistinti da significativa presenza di torbe.

Per tali motivi, nel presente studio, nel definire gli ambiti di pericolosità che debbono costituire la legenda della Carta di sintesi (cfr. capitolo 10), in accordo con quanto prescritto dalla direttiva regionale "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" quali aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, sono state indicate:

- le aree con depositi superficiali argilloso-torbosi (vedi "terreni prevalentemente argilloso-torbosi" raffigurati nella Carta della litologia di superficie di Tav. G.3) in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso;
- le aree con depositi superficiali limoso-argillosi (vedi "terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi", "terreni prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi" e "terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi" raffigurati nella Carta della litologia di superficie di Tav. G.3) in cui sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

## 5.4 Aspetti geopedologici

Per le informazioni relative agli aspetti più specificamente geopedologici, si è operato suddividendo il territorio in classi a caratteristiche omogenee.

A questo riguardo, nel presente studio si è fatto riferimento alla cartografia pedologica prodotta dall'Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e Foreste (ERSAF) consultabile nel SIT regionale.


### 5.4.1 Classificazione dei suoli

Come raffigurato nello stralcio riportato in Fig. 3, in Comune di Curtatone, si riconoscono 2 realtà paesaggistiche tra loro ben diversificate, appartenenti a due sottosistemi, i quali a loro volta appartengono a due sistemi distinti. Nei seguenti paragrafi vengono descritte queste 2 realtà paesaggistiche.

#### 5.4.1.1 SISTEMA Piana fluvioglaciale e fluviale – L

Costituisce il livello fondamentale della pianura, formatesi per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione (würmiana). I suoli affioranti nell'area di studio appartengono al seguente sottosistema:

##### Sottosistema LF

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	20 di 86



E' costituito da sedimenti esclusivamente fluviali fini, privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo. Appartengono ad un ambiente di "bassa pianura sabbiosa" caratterizzato da aree sufficientemente stabili per la presenza di un'idrografia organizzata di tipo meandriforme.

**5.4.1.2 SISTEMA Valli alluvionali – V**

Comprende i suoli depositi in valli alluvionali, corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua, attivi o fossili, rappresentanti il reticolato idrografico olocenico. I suoli affioranti nell'area di studio appartengono al seguente sottosistema:

**Sottosistema VA**

Rappresenta piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti od attuali (Olocene recente ed attuale).

Come è possibile osservare da Fig. 3 il territorio del comune di Curtatone è principalmente costituito da suoli appartenenti alla classe LF, mentre la classe di suoli VA è rappresentata in corrispondenza dei principali terrazzi fluviali.

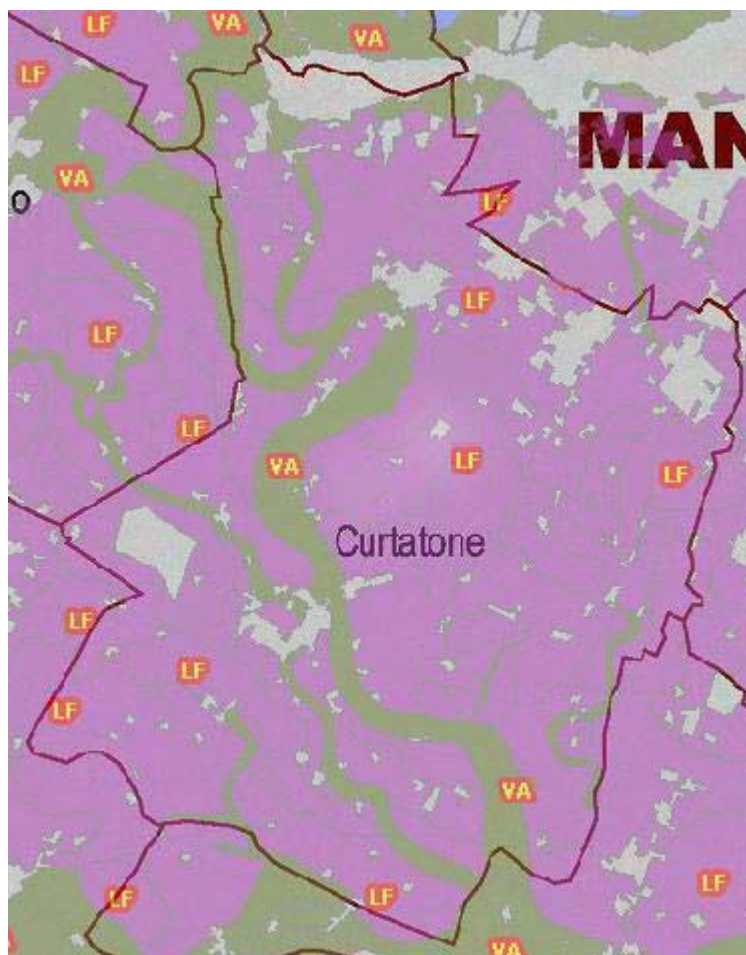


FIG. 3 – CARTA PEDOLOGICA DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	21 di 86



(LEGENDA: LF = SEDIMENTI FLUVIALI FINI DI "BASSA PIANURA SABBIOSA"; VA = SEDIMENTI RECENTI OD ATTUALI DI PIANA ALLUVIONALE)

#### 5.4.2 Capacità d'uso dei suoli


La definizione della capacità d'uso dei differenti suoli e i relativi codici assegnati, si riferiscono alle norme della "Land Capability Classification" (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961).

Il concetto guida della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito. Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno, ad esempio: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.

La classificazione si realizza suddividendo il territorio in due livelli di definizione: classi e sottoclassi; ogni classe indica per quali attività antropiche si addice ad essere utilizzato un determinato suolo e con che modalità ed intensità.

I parametri utilizzati per definire le classi e le sottoclassi sono i seguenti:

- **Profondità utile:** esprime la profondità del volume di suolo esplorabile dalle radici delle piante
- **Tessitura Superficiale - Ap:** esprime le situazioni di tessitura dell'orizzonte superficiale che limitano la lavorabilità dei suoli agricoli.
- **Scheletro Ap:** esprime il contenuto di scheletro (ghiaie, ciottoli e pietre) nell'orizzonte superficiale considerato limitante per le lavorazioni, e l'approfondimento radicale.
- **Pietrosità e rocciosità superficiale:** esprime il contenuto di pietre con diametro > 7.5 cm (le pietre con dimensioni inferiori a 7.5 cm non ostacolano l'utilizzo delle macchine) e la classe di ingombro degli affioramenti rocciosi presenti alla superficie del suolo.
- **Fertilità Ap:** intesa come fertilità chimica legata a caratteri del suolo solo in parte modificabili mediante l'apporto di correttivi e/o ammendanti. In particolare si considerano: pH, C.S.C. e TSB valutati nell'orizzonte superficiale, CaCO<sub>3</sub> totale come valore medio ponderato nel primo metro di suolo.
- **Drenaggio:** con tale termine si intende l'attitudine del suolo a smaltire l'acqua che contiene in eccesso; la presenza di falde poco profonde condiziona negativamente tale possibilità. D'altro canto tale carattere fornisce utili indicazioni sulla capacità del suolo a trattenere l'acqua di pioggia e/o di irrigazione (ad es. drenaggio mod. rapido e rapido). Esprime le classi di drenaggio considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.
- **Inondabilità:** viene indicata la frequenza dell'evento e la sua durata. Esprime le classi di inondabilità considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	22 di 86





- **Limitazioni climatiche:** esprime le classi di limitazioni climatiche capaci di condizionare la gamma delle colture praticabili o di determinare un fabbisogno o un numero maggiore delle stesse pratiche colturali richieste in altre parti della pianura.
- **Pendenza media:** esprime le classi di pendenza che possono predisporre il suolo ai fenomeni erosivi.
- **Erosione:** le definizioni presenti nello schema esprimono la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa (espressa come profonda); la percentuale indica la superficie dell'unità cartografica interessata da fenomeni erosivi. Esprime la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa, intesa come percentuale della superficie dell'UC soggetta a fenomeni erosivi.
- **AWC:** esprime i contenuti d'acqua che determinano limitazioni per le colture e richiedono pertanto apporti idrici per evitare stress alle piante.

Da questi parametri sono state definite otto classi d'uso dei suoli:

Suoli adatti all'agricoltura:

- **Classe I:** suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture;
- **Classe II:** suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative;
- **Classe III:** suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative;
- **Classe IV:** suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

Suoli adatti al pascolo e alla forestazione

- **Classe V:** suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale;
- **Classe VI:** suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderle inadatte alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale;
- **Classe VII:** suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.


Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali

- **Classe VIII:** suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

Le relative sottoclassi individuano il tipo di limitazione.

**c** = limitazioni legate alle sfavorevoli condizioni climatiche;

**e** = limitazioni legate al rischio di erosione;

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	23 di 86



**s** = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo;

**w** = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua entro il profilo.

Nella Tabella 2 è mostrato modello interpretativo, nel quale vengono descritte le caratteristiche, ed i valori dei parametri sopra elencati, per ciascuna delle classi individuate.

In Fig. 4, invece, è possibile osservare le classi di capacità d'uso dei suoli presenti Comune di Curtatone, ovvero le classi 2, 3 e 5, con le loro rispettive sottoclassi:

- 2w
- 2s
- 2w/2s
- 3w
- 5w

Classi di Capacità d'uso	Prof. utile (cm)	Tessitura Orizz Superf (1)	Scheletro Or. Superficiale	Pietrosità(2) e Rocciosità	Fertilità or. superficiale (3)	Drenaggio	Rischio inondazione	Lim. Climatiche	Pend. (%)	Erosione	AWC(4) (cm)
I	>100	(A+L) < 70% A < 35% L < 60% S < 85%	≤15	P ≤0.1 R ≤2	5.5 < pH < 8.5 TSB > 50% CSC > 10meq CaCO3 ≤ 25%	buono	assente	assenti < 200 m	≤2	assente	> 100
II	61-100	(A+L) ≥ 70% 35 ≤ A < 50% L < 60% S < 85%	16-35	0.1 < P ≤ 3 R ≤2	4.5 ≤ pH ≤ 5.5 35 < TSB ≤ 50% 5 < TSB ≤ 10 meq CaCO3 >25%	mediocre mod. rapido	lieve (< 1v /10 anni durata < 2gg)	lievi 200 -300 m	2.1-8	assente	idem
III	25-60	A ≥ 50 S ≥ 85 L ≥ 60	36-70	idem	pH >8. 4 o pH<4.5 TSB ≤35% CSC ≤5meq	rapido lento	moderato (1v /5-10 anni durata > 2gg)	moderate 300 - 700 m	8.1-15	debole	51 - 100
IV	25-60	idem	idem	3 < P ≤ 15 R ≤2	idem	molto lento	alto (> 1v / 5 anni durata > 7gg)	idem	15.1-25	moderata	≤ 50
V	<25	idem	>70	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	impedito	molto alto (golene aperte)	idem	≤2	assente	idem
VI	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	idem	idem	forti 700-2300 m	25.1-45	moderata	idem
VII	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 25 < R ≤ 50	idem	idem	idem	molto forti >2300 m	45.1-100	forte	idem
VIII	idem	idem	idem	P >50 R >50	idem	paludi	idem	idem	>100	molto forte	idem

Sotto Classi	s (5)	s	s	s	s	w (6)	w	c	e	e	s
Tipo di Limit.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

(1) è sufficiente una condizione

(2) Considerare solo la pietrosità maggiore o uguale a 7.5 cm.



- (3) pH, TSB e CSC riferiti all'orizzonte superficiale; CaCO3 al primo m di suolo (media ponderata); è **sufficiente una condizione**
- (4) Da valutare riferendosi al primo metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 metro; l'AWC **non si considera se il drenaggio è lento, molto lento o impedito**
- (5) Quando la profondità utile è limitata esclusivamente dalla falda (orizz. idromorfo) indicare la sottoclasse w.
- (6) Quando la limitazione è dovuta a drenaggio rapido o moderatamente rapido, indicare la sottoclasse s

TABELLA 2 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO

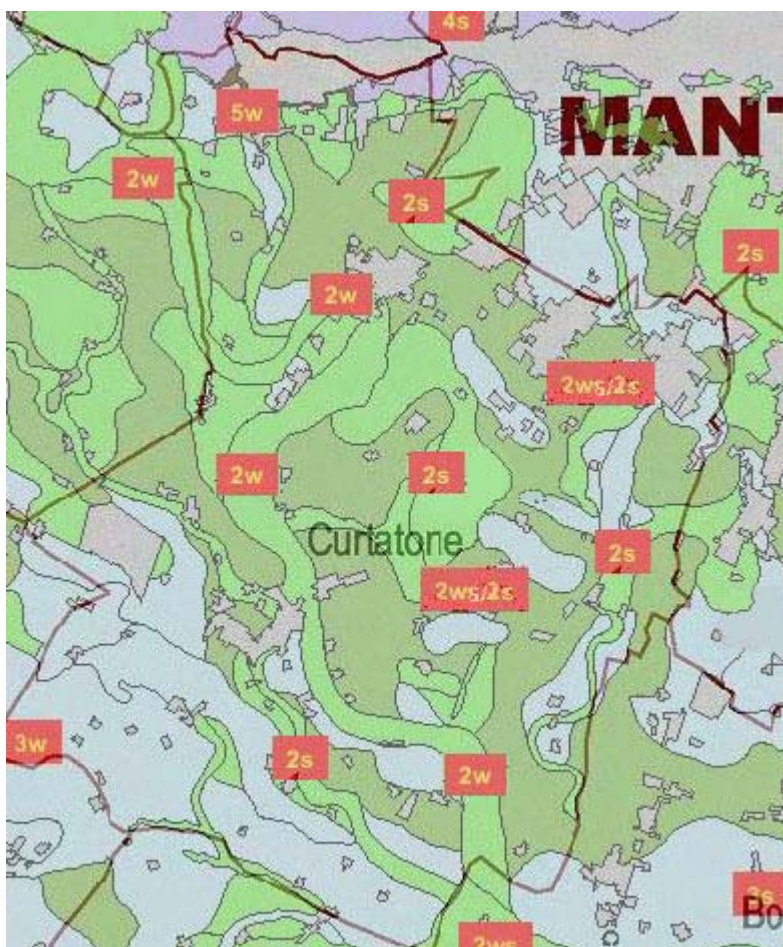


FIG. 4 – CARTA DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

### 5.4.3 *Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei liquami*

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli per lo spandimento dei liquami (PUA), di origine zootecnica, determinata attraverso la definizione di parametri valutativi, coi quali è stato costruito un modello interpretativo dove vengono definite le caratteristiche di ciascuna classe individuata.

I parametri inseriti nello schema di valutazione, con il quale è stato possibile distinguere diverse classi, sono i seguenti:

- **Inondabilità:** costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua.
- **Pendenza media:** è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	25 di 86



- **Profondità della falda:** la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- **Permeabilità:** condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti.
- **Gruppo idrologico:** è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- **Granulometria:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:


- **S1 Suoli adatti, senza limitazioni:** su tali suoli la gestione dei liquami zootecnici può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- **S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- **S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- **N Suoli non adatti:** tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di reflui non strutturati e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

Per ogni classe possono essere definite diverse sottoclassi che richiamano, con un suffisso, alcune indicazioni gestionali, sulla base dei seguenti criteri: pietrosità superficiale (p) di dimensioni medie e grandi ( $\varnothing > 7.5$  cm), tessitura (t) dell'orizzonte superficiale e drenaggio (d).

Tali parametri possono influire sull'attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei suoli nel seguente modo:

**Pietrosità (p):** le pietre di grandi dimensioni ( $> 7,5$  cm) possono creare problemi al movimento dei mezzi per lo spandimento; in generale la pietrosità determina una riduzione della porosità del suolo, accompagnata da una minore capacità di "digestione" della sostanza organica, ed un aumento del ruscellamento superficiale.

**Drenaggio (d):** Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo, dalle caratteristiche geometriche del polypedon intese come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	26 di 86





**Tessitura del primo metro (t):** costituisce il parametro che più di ogni altro influisce sulla permeabilità e quindi sul rischio di percolazione nella falda di sostanze inquinanti.

I suoli che hanno drenaggio lento e, soprattutto, molto lento (suffisso "d") possono, dopo piogge prolungate e/o intense, principalmente nel periodo autunno-invernale e primaverile, denotare difficoltà nello smaltimento delle acque in eccesso e ristagni superficiali: il verificarsi di tali condizioni, oltre ad aumentare i rischi di perdite di azoto, può causare ostacoli (in particolare per i suoli in cui i suffissi "d" si accompagnano ai suffissi "t") all'accesso ai terreni delle macchine agricole, alla distribuzione dei reflui e all'esecuzione delle successive lavorazioni.

In Tabella 3 viene riportato il modello interpretativo dove viene illustrato quali valori ed intervalli dei parametri scelti definiscono le diverse classi di attitudine dei suoli allo spandimento dei liquami.

CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI						
	Perm. classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	Gruppo idr. classi	Pend %	
<b>S1</b>	moderata mod. bassa bassa molto bassa	>100	tutte le altre	assente	A e B C se perm <5	≤5	
<b>S2</b>	mod. rapida	>75 e ≤100	FGR-SKF	lieve moderata	C se perm ≥5	>5 e ≤10	
<b>S3</b>	rapida	>50 e ≤75	SAB-FRM-SKS	alta	D	>10 e ≤15	
<b>N</b>	–	≤50	–	molto alta	–	>15	

TABELLA 3 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI

I suoli che presentano limitazioni (classi S2 e S3) richiedono, con intensità crescente passando dalla classe S2 alla classe S3, attenzioni specifiche che devono essere valutate, anche a seguito di approfondimenti effettuati a livello aziendale, in dipendenza delle caratteristiche e delle qualità dei suoli e dei reflui utilizzati, al fine di evitare la lisciviazione dei nitrati verso le falde sotterranee e/o il ruscellamento verso la rete idrica superficiale e di mettere, in generale, le colture nelle condizioni ottimali per assicurare un'alta efficienza nell'asportazione dell'azoto apportato al suolo. Esse possono comprendere, a seconda dei casi, attenzioni ai volumi distribuiti, ai tempi di distribuzione (frazionamento), alla tempestività e alle modalità di interrimento e lavorazione dei terreni liquamati, alla definizione di più efficaci piani colturali, alla attenta gestione della fertilizzazione minerale complementare e dell'irrigazione, ecc.

Come è possibile osservare in Fig. 5, nell'area di studio ritroviamo principalmente le classi, S1 e S1t, mentre la classe S2 si trova localizzata sui terrazzi fluviali e/o paleoalvei e la classe S3 è limitata ad una ristretta porzione a sud del territorio comunale.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	27 di 86



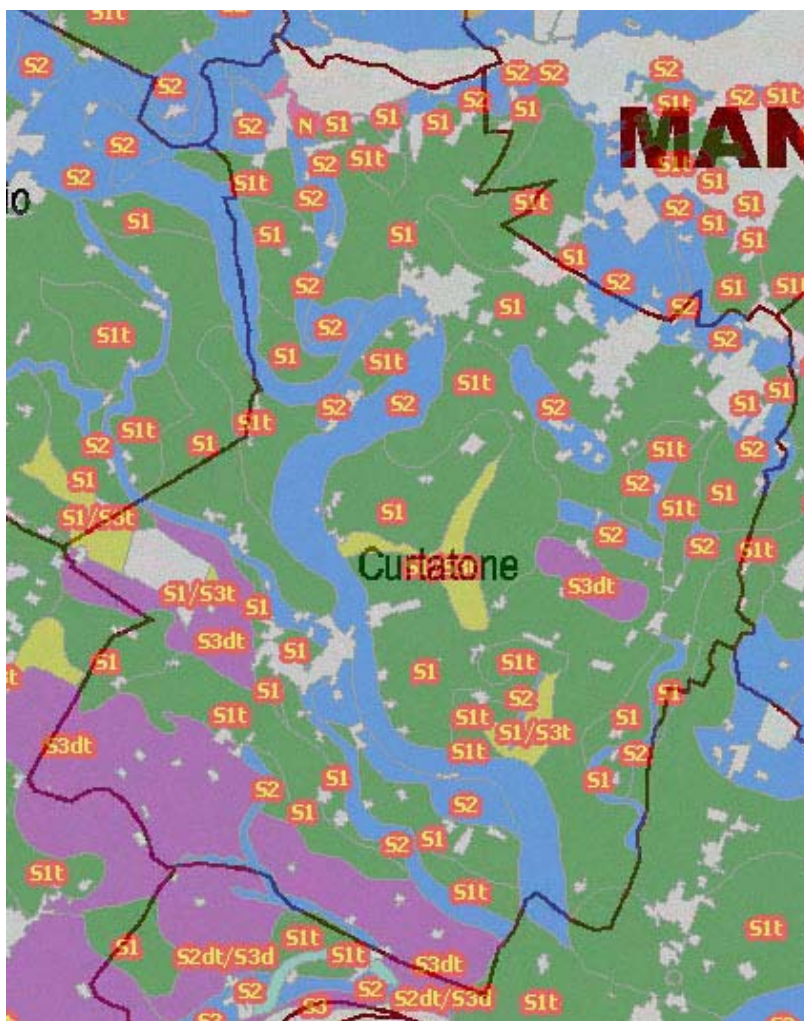


FIG. 5 – CARTA DELLA ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMO DEI LIQUAMI DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

#### 5.4.4 *Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana*

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli ad accettare fanghi di depurazione urbana, determinata tenendo conto di diversi parametri, coi quali è stato costruito un modello interpretativo riportato più sotto.

I parametri utilizzati per effettuare la valutazione delle classi sono i seguenti:

- **pH in acqua:** influenza la mobilità dei metalli pesanti nel suolo, crescente al decrescere del pH. (media ponderata 1°m).
- **C.S.C.:** influenza la capacità delle particelle del suolo di adsorbire composti potenzialmente inquinanti. (orizzonte superficiale).
- **Granulometria:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	28 di 86




- **Profondità della falda:** la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- **Drenaggio:** Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo, dalle caratteristiche geometriche del polypedon intese come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.
- **Inondabilità:** costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua. Si considerano esenti da limitazione soltanto i suoli con rischio di inondazione assente.
- **Pendenza:** è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:

- **S1 Suoli adatti, senza limitazioni:** su tali suoli la gestione dei fanghi di depurazione urbana può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- **S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- **S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- **N Suoli non adatti:** tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di fanghi e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

In Tabella 4 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	29 di 86



CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA						
	Drenaggio classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> (*)	CSC (*)	Pend %
<b>S1</b>	3-4	>100	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	1	>7.5	>15	≤5
<b>S2</b>	5-2	>75 e ≤100	FGR-SKA Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	2	≤7.5 ≥6.0	>15	>5 e ≤10
<b>S3</b>	6	>50 e ≤75	SKF-SAB Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	3	<6.0 ≥5.0	≤15 e ≥8	>10 e ≤15
<b>N</b>	1 7	≤50	SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	4-5	<5	<8	>15

(\*) da valutare entro i primi 50 cm di suolo

TABELLA 4 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA

La distribuzione di queste classi di suoli nel territorio in esame è raffigurata in Fig. 6.

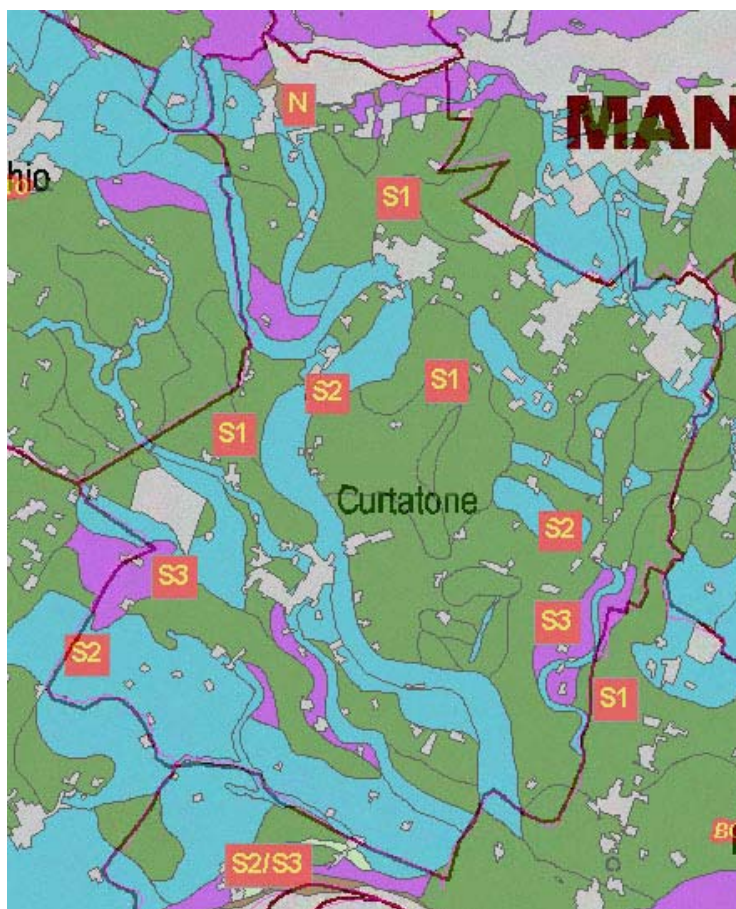


FIG. 6 – CARTA DELLA ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA



Come si può osservare solo una parte limitata del territorio, localizzata nel settore nord-occidentale del comune in esame, risulta essere non adatta allo spargimento dei fanghi di depurazione urbana, mentre la maggior parte del territorio risulta essere adatto od adatto con lievi limitazioni.

#### 5.4.5 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione delle acque sotterranee profonde è dovuto essenzialmente alla migrazione dei nitrati presenti nei liquami, che non vengono trattenuti dal potere assorbente del suolo.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dell'acquifero sotterraneo.


Di seguito vengono riportati i parametri in base ai quali è stato possibile costruire il modello interpretativo e definire le diverse classi di suoli.

- **permeabilità:** condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti.
- **profondità endosaturazione:** è un indicatore di "pericolo", soprattutto se associata a suoli con percolazione rapida. In generale la presenza di condizioni idromorfe per endosaturazione aumenta il rischio di percolazione ed inquinamento delle acque profonde.
- **classe granulometrica:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.
- **modificatori chimici (pH e CSC):** al di sopra di una soglia limite si considera che il pH e la CSC possano contrastare efficacemente il movimento in profondità dei composti inquinanti e bloccarli nel suolo.

Le classi individuate, che esprimono la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, sono tre:

- **E** elevata capacità protettiva;
- **M** moderata capacità protettiva;
- **B** bassa capacità protettiva.

In Tabella 5 sotto viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	31 di 86





CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI			
NOMI	CODICI	PERMEABILITÀ	PROFONDITÀ FALDA	CLASSE GRANULOMETRICA	MODIFICATORI CHIMICI: pH in H <sub>2</sub> O CSC in meq/100g(*)
ELEVATA	E	BASSA (Classi 4, 5, 6)	> 100 cm	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA-SKA Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	pH > 5.5 CSC > 10 (meq/100 g)
MODERATA	M	MODERATA (Classe 3)	50 - 100 cm (con perm. bassa)	FGR-SKF Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	pH 4.5 - 5.5 CSC tra 5 - 10 (meq/100 g)
BASSA	B	ELEVATA (Classi 1, 2)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)	SAB-SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	pH < 4.5 CSC < 5 (meq/100 g)

(1)\*Considerare il valore più alto tra quelli riscontrati entro 100 cm

TABELLA 5 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La distribuzione di queste classi di suoli nel territorio in esame viene riportata in Fig. 7.



FIG. 7 – CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEL COMUNE DI CURTATONE  
RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	32 di 86



Come si può osservare la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee risulta elevata o moderata; mentre non vi sono aree a bassa capacità protettiva.

#### 5.4.6 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione per le acque superficiali deriva principalmente dallo scorrimento di liquami zootecnici, sulla superficie del suolo; le sostanze pericolose sono fosforo, materia organica, azoto ammoniacale ed i cloruri.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dei corsi d'acqua superficiali.

Di seguito viene riportato l'elenco dei parametri in base ai quali è stato possibile definire le diverse classi di suoli.

- **gruppo idrologico:** è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- **indice di runoff superficiale:** è una valutazione qualitativa del runoff superficiale in base alla pendenza e alla permeabilità del suolo.
- **inondabilità:** evidenzia il rischio di inquinamento diretto delle acque superficiali per sommersione.

In base ai diversi valori dei parametri sopra elencati è stato possibile definire tre classi di capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali:

- **E** elevata capacità protettiva;
- **M** moderata capacità protettiva;
- **B** bassa capacità protettiva.

In Tabella 6 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI		
NOMI	CODICI	GRUPPO IDROLOGICO	INDICE DI RUNOFF SUPERFICIALE	INONDABILITÀ
ELEVATA	<b>E</b>	A-B	t - mb	assente - lieve
MODERATA	<b>M</b>	C	b - m	moderata
BASSA	<b>B</b>	D	a - ma	alta - molto alta

TABELLA 6 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	33 di 86





In Fig. 8 viene riportata la distribuzione di queste classi di suoli nel territorio in esame. Come si può osservare la maggior parte della superficie del territorio in esame presenta capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali elevata o moderata. Solo una stretta fascia nel settore meridionale e una ridotta area nella porzione orientale del territorio presentano bassa capacità protettiva.

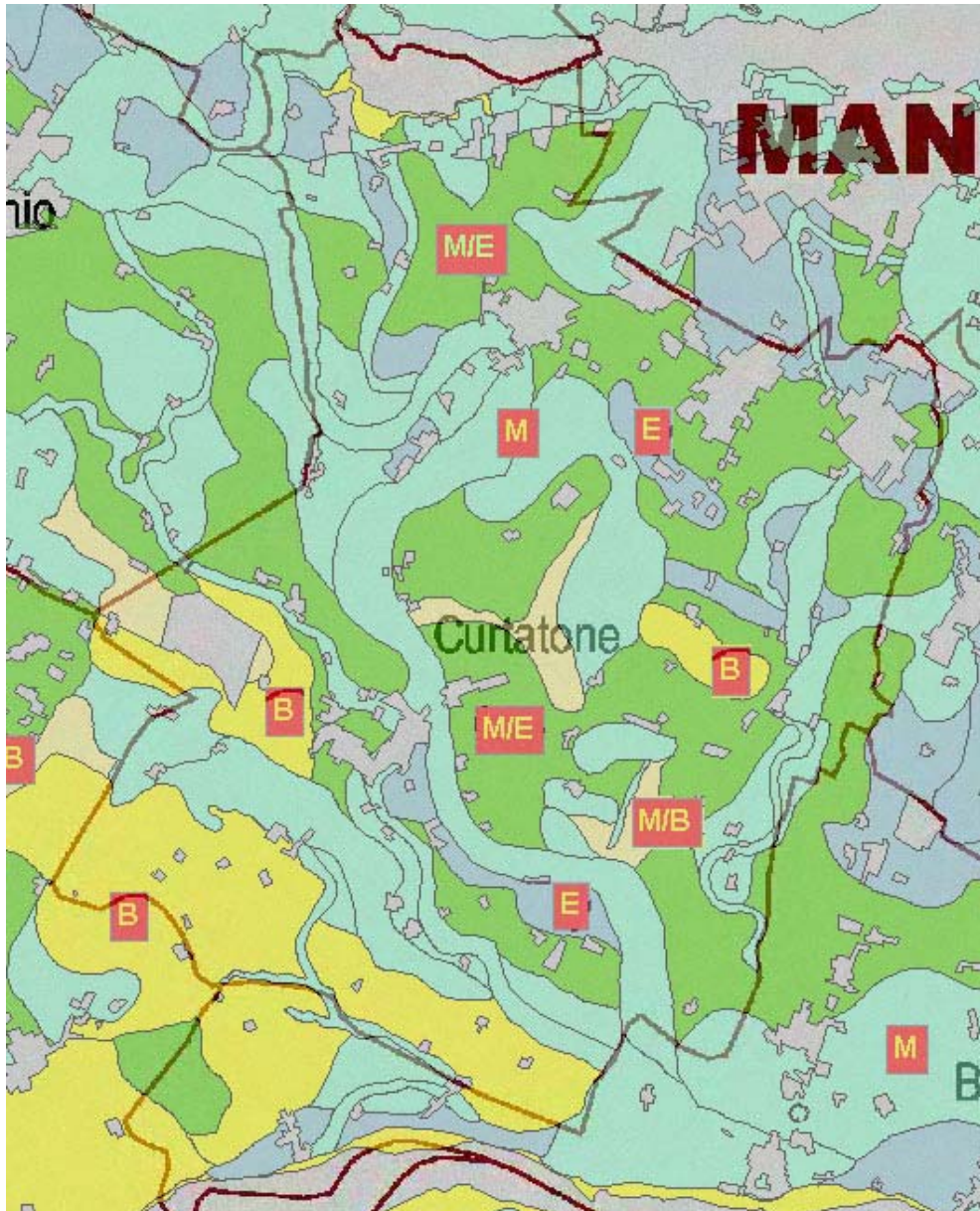



FIG. 8 – CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

#### 5.4.7 Valore naturalistico dei suoli

Questa voce riguarda la definizione della classe di valore naturalistico dei suoli, determinata secondo il modello interpretativo riportato più avanti.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	34 di 86



L'interpretazione del valore naturalistico dei suoli può costituire un riferimento utile per caratterizzare in modo più completo i beni ambientali, integrando conoscenze pedologiche con conoscenze geomorfologiche, naturalistiche, floristiche, paesaggistiche, geografiche, e per proporre strategie comuni per la loro valorizzazione e fruizione. Questa interpretazione propone una valutazione dell'interesse scientifico e della singolarità che le risorse pedologiche regionali manifestano dal punto di vista naturalistico, sia perché i suoli sono testimonianze viventi delle intense relazioni tra pedosfera e sistema delle acque, che hanno avuto un'importanza decisiva nell'evoluzione degli ecosistemi e dello stesso paesaggio della pianura padana, sia perché conservano paleosuoli del pleistocene medio-superiore, divenendo così parte dell'eredità culturale dell'umanità, sia perché sono caratterizzati da processi pedogenetici tipici di ambienti di formazioni particolari.

Le classi di suolo risultanti dal modello interpretativo e utilizzate per esprimere il valore naturalistico dei suoli sono le seguenti:

- **B** basso;
- **M** moderato;
- **A** alto.

In Tabella 7 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

ALTO	MODERATO	BASSO
Suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Frag- o Plinth-</b> o ai sottogruppi <b>Fragic o Plinthic</b> degli Alfisols e Ultisols	Suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Pale- o Rhod-</b> degli Alfisols e Ultisols	ALTRI SUOLI
Suoli con orizzonte <b>a fragipan</b> , con <b>plinthite</b> o <b>pseudo plinthite</b> , con <b>orizzonte glossico</b>	Suoli che appartengono ai sottordini <b>Aqu-</b>	
<b>Histosols</b> e suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Hist-</b>	Suoli che appartengono al sottogruppo <b>Argic</b> degli Psamments	
Suoli che appartengono a un sottogruppo " <b>Pachic humic</b> " {ex Pachic o Cumulic Haplumbrepts}	Suoli con orizzonte argillico appartenenti a uno dei sottogruppi: <b>psammentic, arenic, grossarenic</b>	
<b>Spodosols</b>	Suoli che appartengono al sottogruppo <b>petrocalcic</b> dei GG Calciustepts, Calcixerepts, Calciusterts, Calcixererts, Haplusterts	
	Suoli con orizzonte <b>umbrico</b> {SG " <b>humic</b> " -ex Umbrepts} e <b>Humults</b>	
	<b>Vertisols</b>	

TABELLA 7 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI

In Fig. 9 viene riportata la distribuzione di queste classi di suoli nel Comune di Curtatone.

Si può osservare che il territorio in esame è caratterizzato prevalentemente da suoli con basso valore naturalistico, ad eccezione di una stretta fascia nel settore meridionale con medio valore e una limitata area a nord-ovest del territorio che presenta alto valore naturalistico.



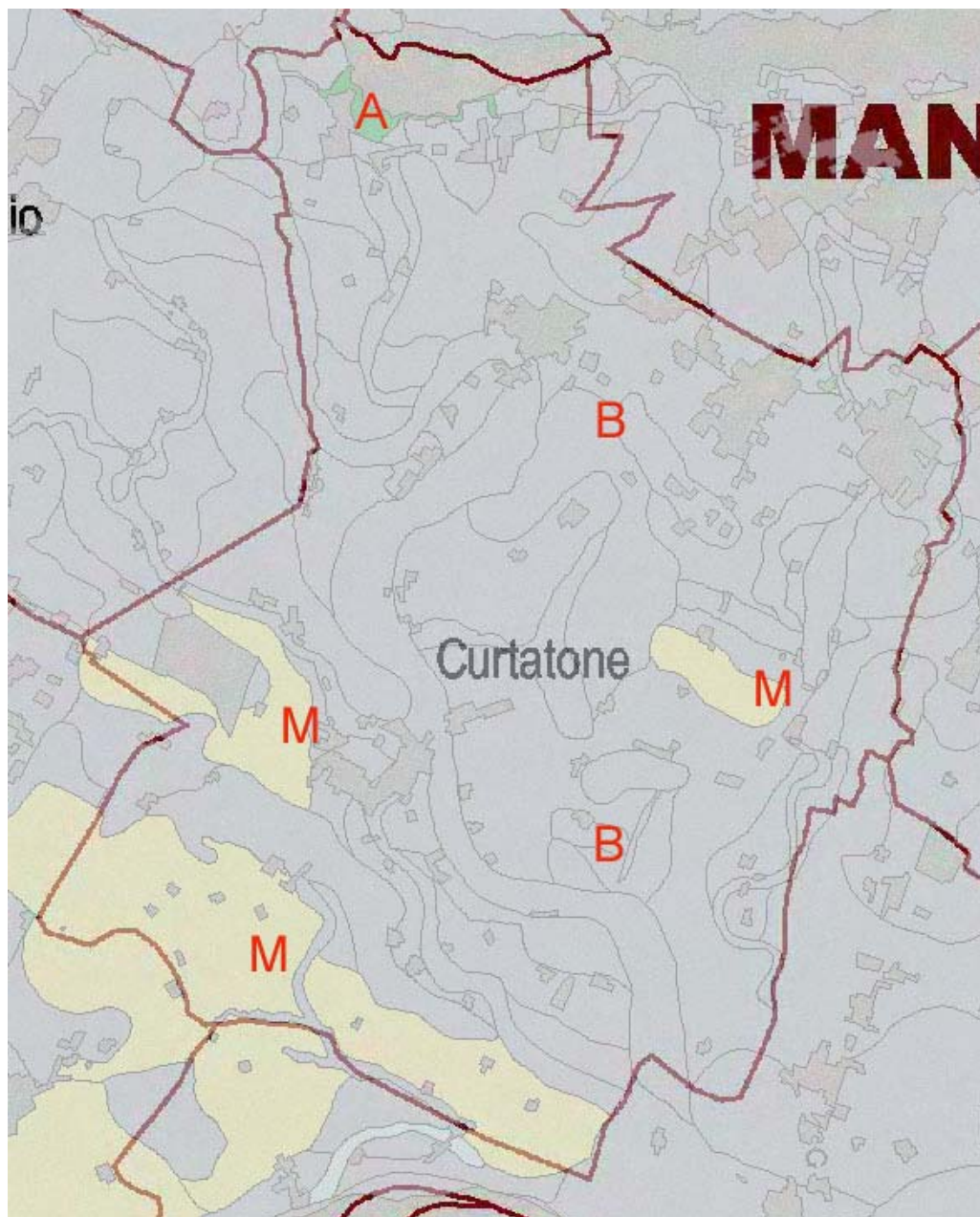



FIG. 9 – CARTA DEL VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI DEL COMUNE DI CURTATONE RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

## 5.5 Geomorfologia

### 5.5.1 Quadro geomorfologico di riferimento

Il comune di Curtatone ricade nella Bassa Pianura mantovana, zona in cui le principali forme sono legate a processi dovuti all'azione delle acque superficiali, ovvero ai fenomeni di erosione deposito e trasporto dei corsi d'acqua, in particolare il fiume Mincio.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	36 di 86



Nel settore lombardo la pianura si è formata come Sandur proglaciale, cioè come un'entità continua, con lievi ma costanti variazioni delle caratteristiche topografiche, granulometriche, morfologiche e pedologiche (sandur prossimale, medio e distale).

La sua evoluzione è, pertanto, legata alla presenza di un imponente sistema glaciale che ha portato alla formazione del livello fondamentale della pianura successivamente inciso dai corsi d'acqua principali, da cui è separato da scarpate d'erosione, ben evidenti lungo il Mincio.

### 5.5.2 La Carta idro-geomorfologica

Lo studio geomorfologico ha consentito di riportare analiticamente le forme di erosione e di accumulo presenti nel territorio comunale, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività.

Detto studio è stato svolto sulla base dei dati esistenti (desunti, principalmente, dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia, in cui è contenuta una carta prodotta della rielaborazione e riorganizzazione, in chiave morfologica, delle informazioni raccolte nel corso dei rilevamenti eseguiti dall'ERSAL per la realizzazione della "Carta pedologica", oltre che dalla documentazione biblio-cartografica riguardante i più recenti studi geologici per la pianificazione territoriale) integrati da rilevamenti diretti di campagna e dall'interpretazione degli ortofotopiani della Regione Lombardia, forniti al comune di Curtatone per la redazione del P.G.T.

Le caratteristiche geomorfologiche individuate per il territorio in esame sono riportate, congiuntamente alle informazioni relative all'idrografia superficiale, in Tav. G.5 - Carta idro-geomorfologica (Scala 1:10.000).

Inserito nel contesto della bassa pianura lombarda, il territorio comunale di Curtatone evidenzia una generale monotonia morfologica; risulta infatti subpianeggiante con una generale debolissima pendenza da NW verso SE. Il piano campagna, come si evince dall'andamento delle isoipse a equidistanza 1m tracciate sulla Carta idro-geomorfologia, raggiunge le sue quote maggiori (28,70 m s.l.m.) nel tratto settentrionale del territorio, e decresce dolcemente fino a raggiungere i 15,60 m s.l.m. nel settore meridionale.


I principali elementi idrografici e morfologici identificati sono riportati nei seguenti paragrafi, rispettando la suddivisione adottata nella legenda della Carta idro-geomorfologica.

#### 5.5.2.1 Idrografia

L'idrografia superficiale nel territorio comunale è rappresentata, oltre che dal fiume Mincio, che, come già visto, delimita il Comune sul confine settentrionale, da una fitta rete di canali naturali e artificiali, realizzati per assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio durante i periodi piovosi e un adeguato apporto idrico durante i mesi asciutti.

Sulla Carta idro-geomorfologica di Tav. G.5 sono stati rappresentati i principali corsi d'acqua, distinguendoli a seconda che risultino o meno compresi nell'elenco delle acque pubbliche.

A riguardo, come anticipato nel Capitolo 4, si ricorda che, all'interno del Comune di Curtatone, ricadono i seguenti corsi d'acqua pubblici vincolati, individuati nella d.g.r. n. 4/12028 del 25 luglio 1986, che riprende le informazioni degli elenchi delle acque pubbliche (R.D. 1775/33 e successive

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	37 di 86



modificazioni e integrazioni) e identifica ogni corso d'acqua attraverso un numero progressivo e il nome:

- 20200091 - Fiume Mincio, laghi di Mantova e anche rio di Mantova
- 20200090 – Scolo Fossaviva e fosso dei Gambari
  
- 20200096 - Cavo Osone Vecchio
- 20200095 – Cavo Osone Nuovo e Seriola Marchionale

Dall'esame della Carta idro-geomorfologica di Tav. G.5 è possibile osservare che i principali corsi d'acqua sono spesso impostati in corrispondenza di antichi percorsi e/o incisioni fluviali.

Quattro corsi d'acqua tra quelli che attraversano il Comune di Curtatone appartengono al reticolo idrografico principale, così come previsto nella d.g.r. n. 6/473110 del 22 dicembre 1999 secondo l'individuazione effettuata delle strutture dell'ex Genio Civile<sup>6</sup> e riportato nell'Allegato A della d.g.r. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002. Essi sono:


- Fiume Mincio e Lago di Mantova
- Seriola Marchionale
- Cavo Osone Nuovo
- Cavo Osone Vecchio

Nello stesso Allegato viene indicato erroneamente che anche il Fosso Paiolo Basso interessa il Comune di Curtatone.

Con riferimento all'Allegato D <Individuazione del reticolo dei corsi d'acqua (canali di bonifica) gestiti dai Consorzi di Bonifica> parte integrante della d.g.r. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002, è già stato indicato che il Comune di Curtatone ricade nel settore più settentrionale, relativo al corso del fiume Mincio e le aree palustri e lacuali ad esso associate, nel comprensorio del Consorzio di Bonifica dell'Alta e Media Pianura Mantovana; mentre, la restante area comunale ricade all'interno del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Il Consorzio di Bonifica dell'Alta e Media Pianura Mantovana comprende il territorio a Sud di Mantova e ingloba i territori che facevano storicamente parte del consorzio Roncocorrente istituito con R.D. 31/3/1901 n°251. Il territorio del Roncocorrente degrada altimetricamente dalle zone alte di Castellucchio e Curtatone verso le zone vallive di Borgoforte. E' percorso diagonalmente dai canali principali, Roncocorrente e Fossaviva, che, parallelamente, a breve distanza l'uno dall'altro, scorrono sul fondo di un paleoalveo, un tempo sede del fiume Mincio, che in una delle tante piene del passato deviò verso Ovest ove formò gli specchi lacuali attorno alla città di Mantova e da lì disegno un nuovo percorso verso il fiume Po.

6 Ora strutture <Sviluppo del Territorio> presenti nelle diverse Sedi Territoriali della Regione Lombardia

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	38 di 86



Il consorzio di bonifica Sud Ovest Mantova svolge un’opera di allontanamento delle acque in eccesso nel territorio consorziale e la loro canalizzazione e distribuzione. L’irrigazione, diffusa su gran parte del territorio comprensoriale, non sarebbe possibile senza gli impianti di sollevamento che consentono di portare l’acqua su territori dove l’orografia non permette alcuno afflusso per caduta naturale.

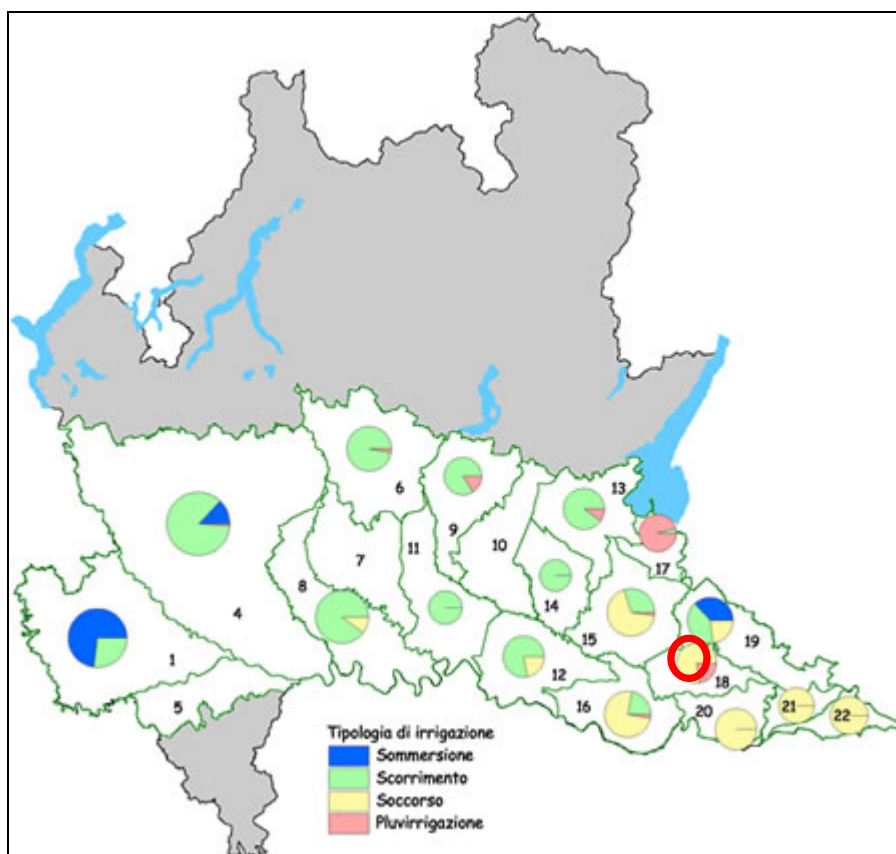


FIG. 10 – COMPRESORI DI BONIFICA DELLA PIANURA LOMBARDA. IL COMUNE DI CURTATONE È INDICATO DAL CERCHIO ROSSO E RICADE NEI COMPRESORI DI BONIFICA: 15- COMPRESORIO DELL’ALTA E MEDIA PIANURA ; E 18 – COMPRESORIO SUD OVEST MANTOVA

Come si evince dalla Fig. 10 la tipologia di irrigazione più diffusa nel territorio in esame è di tipo a “Soccorso”, non programmata. In tale modalità, largamente diffusa nel settore sud orientale del territorio lombardo, i canali vengono riempiti solo nei momenti di necessità, in modo che gli agricoltori possano derivare l’acqua e distribuirla sui campi a scorrimento o, più spesso, per aspersione.

Nella Carta idro-geomorfologica di Tav. G.5 sono stati indicati anche degli specchi d’acqua, in corrispondenza di zone ribassate all’interno della fasce terrazzate, laddove viene intercettata la falda subaffiorante.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	39 di 86





Relativamente alle caratteristiche idrografiche del territorio comunale, va inoltre segnalato che il settore più settentrionale ricade nelle fasce di pertinenza fluviale (A e B da P.A.I.; vedi paragrafo 9.1) mentre non sono state individuate zone a rischio idraulico da parte dei corsi d'acqua minori.

### 5.5.2.2 Forme fluviali e fluvioglaciali

Le forme più significative che interrompono la monotonia morfologica del territorio comunale sono rappresentate dalle scarpate fluviali che separano i terrazzi del fiume Mincio. Queste raggiungono un'altezza massima di circa 6÷8 m, hanno andamento sinuoso e spesso sono alterate dall'attività antropica.

L'intero territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di paleoalvei, tra questi un elemento morfologico di pregio è rappresentato dal paleoalveo del fiume Mincio, evidenziato da orli di scarpata di altezza pari a 1÷2 m, in aumento verso nord, che lo delimitano da località Grazie fino all'abitato di Borgoforte. Lungo tale incisione, che rappresenta l'antico percorso meandriforme del fiume, antecedente alla deviazione in direzione Ovest-Est, avvenuta intorno al VII secolo A.C., odiernamente si è impostata la Fossa Viva, principale corso d'acqua di un sistema, tributario del fiume Po, che comprende anche il Canale Roncocorrente e il Diversivo Fossa Viva.

### 5.5.2.3 Forme legate ad interventi antropici


Sempre sotto il profilo morfologico il Comune di Curtatone, come del resto l'intera Pianura Padana, è da considerarsi integralmente antropizzato.

Infatti, nei secoli, la comunità umana ha compiuto continue modifiche al territorio per renderlo compatibile all'insediamento e all'utilizzo agricolo.

Allo stato attuale si può affermare che, con eccezione degli alvei dei corsi d'acqua, in cui risulta ancora attiva l'azione morfodinamica fluviale, tutte le variazioni della forma della superficie topografica siano da imputare proprio all'attività antropica.

Per quanto riguarda le forme legate ad interventi antropici nella Carta idro-geomorfologica di Tav. G.5 sono stati rappresentati i seguenti elementi: le porzioni di territorio urbanizzato, le principali infrastrutture, quali i rilevati delle strade provinciali e quelli ferroviari, e un'area soggetta ad attività estrattive, in località La Santa.

Sempre con riferimento alle attività estrattive si è verificato che il Piano Provinciale Cave vigente della Provincia di Mantova non individua alcun nuovo ambito in Comune di Curtatone.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	40 di 86



## 6 ANALISI DELLA COMPONENTE IDROGEOLOGICA

### 6.1.1 Inquadramento idrogeologico


La pianura lombarda, in cui ricade il Comune di Curtatone, rappresenta una delle maggiori riserve idriche europee. Infatti, la struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di potenti livelli acquiferi sfruttabili, in particolare, nella media e nella bassa pianura.

Lo stato delle conoscenze, relativamente buono e chiaramente descritto nell'Allegato 3 alla Relazione Generale del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia, "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei di pianura", consente di distinguere le seguenti aree idrogeologicamente importanti:

- Zona di ricarica delle falde: corrisponde alla parte settentrionale della pianura dove dominano le alluvioni oloceniche e sedimenti fluvioglaciali pleistocenici, a granulometria grossolana, e l'acquifero è praticamente ininterrotto da livelli poco permeabili. Detta area si estende quasi completamente a monte della fascia delle risorgive. In questa zona l'infiltrazione da piogge, nevi e irrigazioni, permette la ricarica tanto della prima falda come delle falde profonde.
- Zona di non infiltrazione alle falde: si trova sempre nella parte alta della pianura ma corrisponde alle aree in cui affiora la roccia impermeabile o dove è presente una copertura argillosa (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio e antico).
- Zona ad alimentazione mista: è ubicata nella zona centrale e meridionale della pianura, in cui le falde superficiali sono alimentate da infiltrazioni locali, ma non trasmettono tale afflusso alle falde più profonde, dalle quali sono separate da diaframmi poco permeabili. Si tratta dell'area corrispondente alla massima parte della pianura.
- Zona di interscambio tra falde superficiali e profonde si rinviene in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, soprattutto del fiume Po.

Le caratteristiche idrogeologiche risultano strettamente dipendenti dalla natura dei depositi fluviali e fluvioglaciali in quanto le caratteristiche granulometriche condizionano il grado di permeabilità e di conseguenza le modalità della circolazione idrica sotterranea.

Le principali variazioni litologiche sono contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limoso-argillosi, che si verifica sia con l'aumento della profondità sia procedendo da nord verso sud. Gli acquiferi di maggiore potenzialità si trovano entro i primi 100 metri di profondità, sede di falde libere che traggono alimentazione per lo più dall'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche e irrigue. Più in profondità, si hanno ulteriori acquiferi sabbiosi o, più raramente, sabbioso-ghiaiosi con falde confinate, intercalati a prevalenti limi e argille, che traggono la loro alimentazione dalle aree poste più a nord e dallo scambio con gli acquiferi soprastanti, laddove i setti argillosi di separazione sono discontinui.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	41 di 86



Secondo la ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, facendo riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi e alla loro disposizione geometrica, vengono identificati i seguenti complessi acquiferi principali:

Acquifero tradizionale:

E' l'acquifero superiore, comunemente sfruttato dai pozzi pubblici. La base di tale acquifero è generalmente definita dai depositi superficiali Villafranchiani (Pleistocene Inferiore).

A partire dalla media pianura esso risulta suddiviso, da un livello poco permeabile di spessore variabile, comunque, in aumento verso la bassa pianura, in un acquifero superficiale generalmente freatico e nel sottostante acquifero tradizionale s.s., semiconfinato.


Acquifero profondo:

E' costituito dai livelli permeabili presenti all'interno dei depositi continentali del Pleistocene inferiore ed è a sua volta suddiviso in quattro corpi acquiferi minori (acquifero multistrato), separati da banchi argillosi anche molto spessi e continui.

Differentemente, secondo gli studi effettuati dalla Regione Lombardia in collaborazione con l'Esplorazione Italia dell'Eni Divisione Agip (cfr. "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", 2002), il bacino padano può essere suddiviso in quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D) separate da barriere impermeabili che si sviluppano a scala regionale.

All'interno di ogni Gruppo Acquifero vi è un'ulteriore compartimentazione in unità idrostratigrafiche di rango inferiore (Complessi Acquiferi), a loro volta separate da setti impermeabili caratterizzati da una più limitata continuità laterale.

Nello studio viene anche proposta una correlazione con le altre interpretazioni idrogeologiche, affiancando i nuovi gruppi acquiferi con le unità idrogeologiche e/o idrostratigrafiche tradizionali sopradescritte (cfr. Fig. 11).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	42 di 86

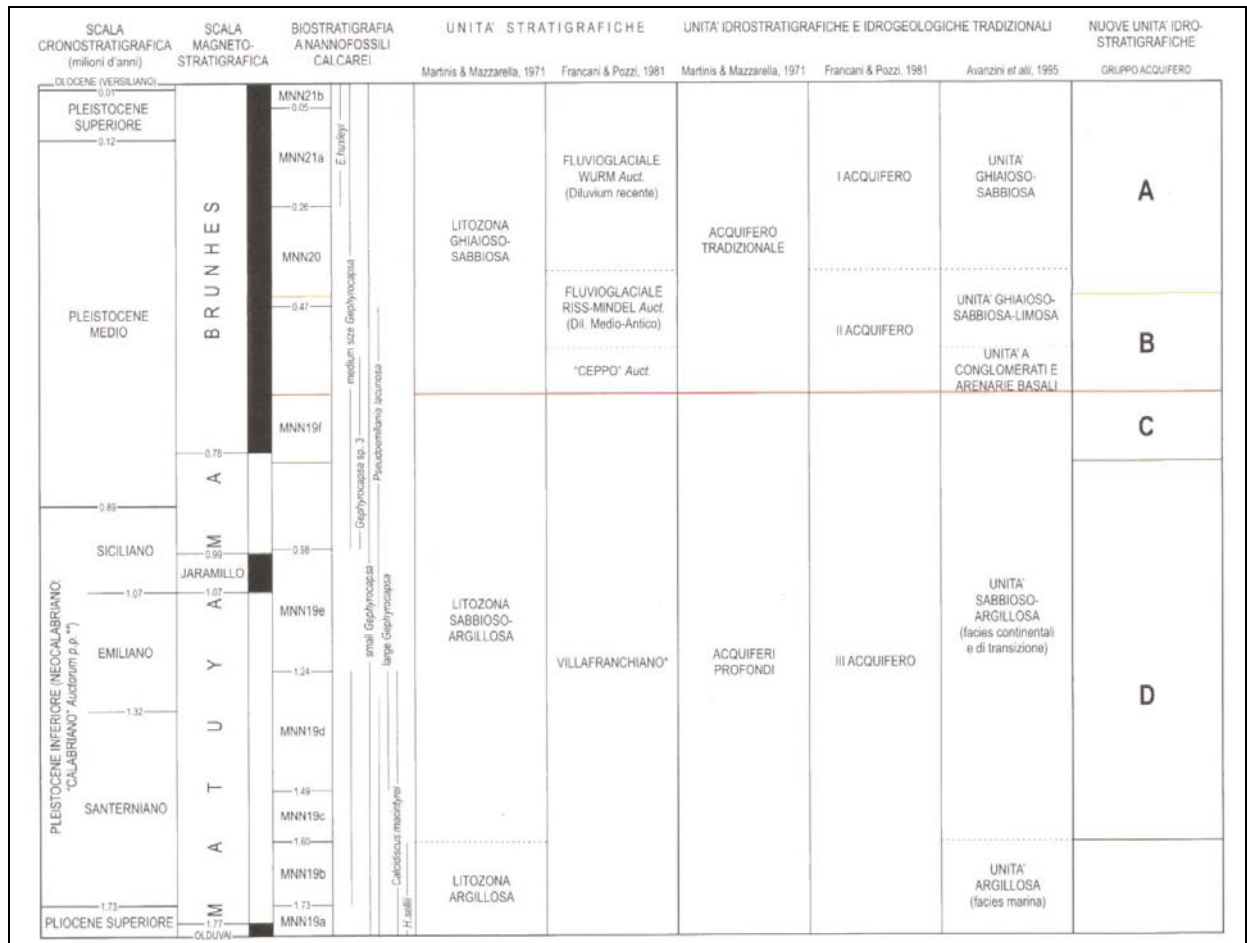


FIG. 11 – RAFFRONTO TRA LE UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE

### 6.1.2 Struttura degli acquiferi

Come evidenziato nello studio Regione Lombardia-Eni, nel territorio del Comune di Curtatone, il Gruppo Acquifero A presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità variabile: meno di 200 m da piano campagna, nella zona più settentrionale, e via via maggiore verso sud, dove raggiunge una profondità di oltre 250 m.

Nella stessa direzione si registra un aumento dello spessore cumulativo dei livelli poroso-permeabili, il quale risulta sempre compreso tra 80 e 120 m.

Al di sotto della barriera di permeabilità regionale, si rinvengono i gruppi più profondi. Va però segnalato che, già il Gruppo Acquifero B non risulta ovunque saturo di acqua dolce per tutto il suo spessore, in quanto, alle maggiori profondità, sono presenti delle acque salmastre.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	43 di 86



Con riferimento alla ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, si può invece affermare che, per quanto concerne la zona in esame, l'acquifero utile è solo quello tradizionale in quanto quelli profondi risultano occupati da acque salate.

Più in dettaglio, nel già citato Allegato 3 alla Relazione Generale del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia, in cui è effettuata una suddivisione della Regione in bacini a loro volta suddivisi in settori, con caratteri idrogeologici omogenei, si osserva che il Comune di Curtatone ricade nel settore 10 "Mantova" del Bacino 5 "Oglio-Mincio" (cfr. Fig. 12).

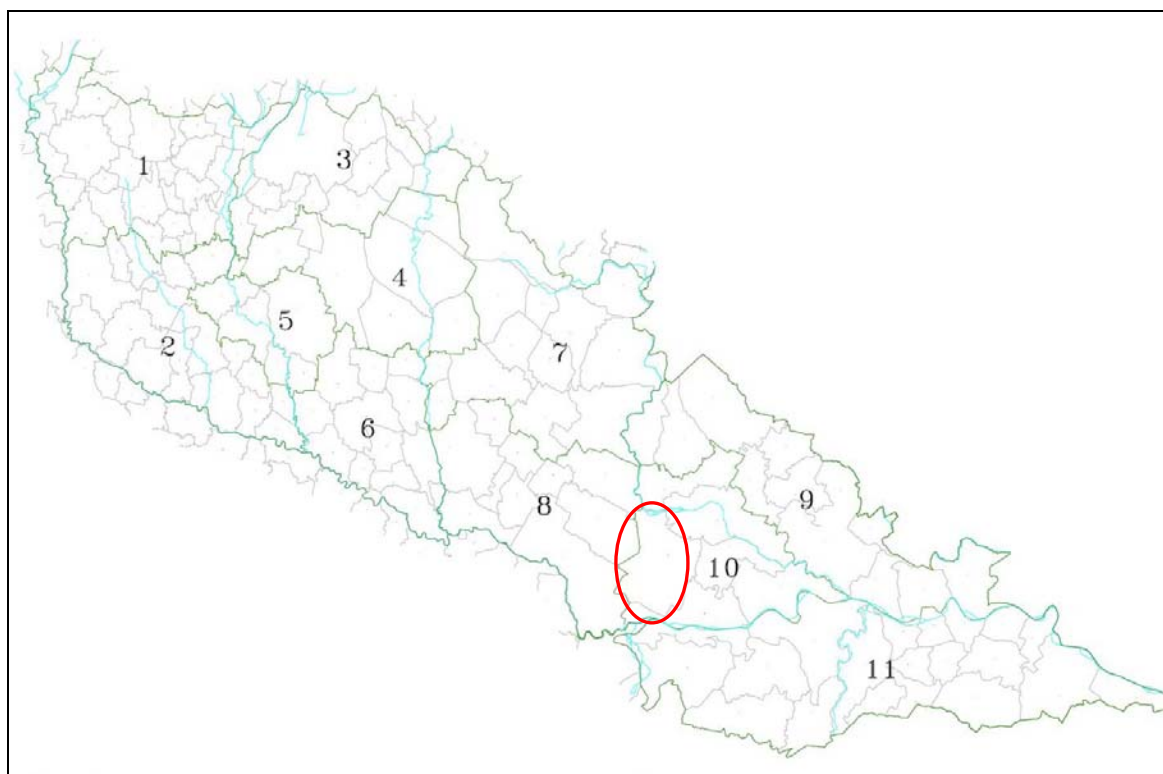



FIG. 12 - BACINO 5 "OGLIO-MINCIO" CON RELATIVI SETTORI IDROGEOLOGICI – NEL CERCHIO ROSSO IL COMUNE DI CURTATONE

Si tratta di un settore ubicato in corrispondenza della pianura a Nord del fiume Po tra le quote di 30 m s.l.m. e 20 m s.l.m. Il limite occidentale è definito in parte dal fiume Mincio in parte dai confini comunali del comune di Curtatone e del comune di Borgoforte, mentre i limiti settentrionale e orientale sono definiti in parte dal fiume Mincio e in parte dai confini comunali di Porto Mantovano e Mantova.

E' presente un acquifero differenziato, la cui base si trova tra -120 e -160 m s.l.m. mentre l'*aquitard*, più o meno continuo, di separazione tra falda superficiale e confinata, è compreso tra le 0 e -30 m s.l.m.

Il valore di trasmissività media è pari a  $3,59 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Nel presente studio la ricostruzione di dettaglio della geometria dei corpi acquiferi nel primo sottosuolo è stata desunta da dati riportati nelle Schede pozzi a stratigrafia nota di cui all'Elaborato G.15.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	44 di 86



Essi sono, infatti, stati utilizzati per ricostruire la Tav. G.8 - Sezioni idrogeologiche (Scala L=1:20.000, H=1:400), analogamente a quanto era stato effettuato per le Sezioni litostratigrafiche di Tav. G.4.

Dall'esame di tale elaborato grafico, si nota come il terreno sia caratterizzato da alternanza di depositi a permeabilità elevata (depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi) e depositi a permeabilità bassa (depositi prevalentemente argilloso-limosi).

Si riconosce, ad una profondità di circa 30 m da piano campagna, l'acquitrando di separazione tra l'acquifero superficiale e quello tradizionale s.s., anche se con spessori inferiori (5÷15 m) a quelli sopraindicati per il settore 10 "Mantova" del Bacino 5 "Oglio-Mincio".

In generale, con l'aumentare della profondità, si osserva un certo aumento della percentuale di orizzonti costituiti da terreni a bassa permeabilità.

### 6.2 Permeabilità dei depositi superficiali

La determinazione della permeabilità dei depositi superficiali fornisce le informazioni necessarie alla quantificazione dei meccanismi di ricarica legati all'infiltrazione delle acque meteoriche, nonché alla valutazione del grado di protezione degli acquiferi superficiali.

Poiché la definizione delle caratteristiche idrogeologiche è strettamente collegata alla granulometria dei terreni, la Carta idrogeologica di cui alla Tav. G.6, è stata redatta con criterio idrolitologico, cioè, alle classi litologiche definite nella carta della litologia di superficie è stato attribuito un determinato valore di conducibilità idraulica.

L'associazione dei valori numerici alle classi litologiche si basa sul confronto con terreni consimili a permeabilità nota. A riguardo, in Fig. 13 è riportata la tabella che definisce i valori ed i limiti convenzionali fra il tipo granulometrico formazione e grado di permeabilità, utilizzata anche nel presente studio per definire la permeabilità dei depositi rilevati.

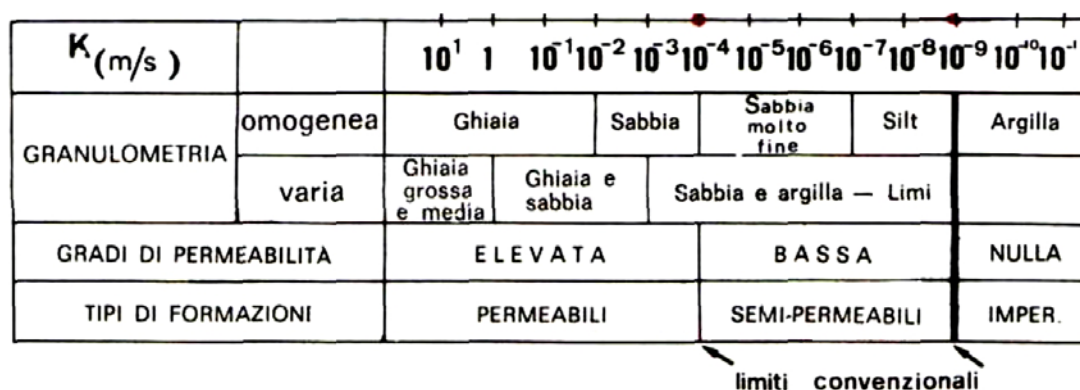


FIG. 13 – VALORI DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ (DA CASTANY, 1982)

Sono, così, state definite le seguenti tre classi di permeabilità riferite ai litotipi superficiali descritti nel paragrafo 5.2:

#### 6.2.1.1.1 Depositi ad elevata permeabilità

A tale classe sono stati attribuiti i depositi a litologia prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa





(terreni prevalentemente ghiaiosi e terreni prevalentemente sabbiosi, definiti nel paragrafo 5.2) che, cautelativamente, sono associati a un'alta permeabilità, con coefficiente  $k$  maggiore di  $10^{-4}$  m/sec.

Va precisato, tuttavia, che, in tali depositi il valore della permeabilità è strettamente legato alla percentuale di matrice fine che, intasando i vuoti presenti tra gli elementi grossolani, determina una netta diminuzione della conducibilità idraulica e una notevole variabilità, sia in senso orizzontale che verticale.

#### 6.2.1.1.2 Depositi a bassa permeabilità

Appartengono a questa classe i terreni a litologia prevalentemente limosa (terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi, definiti nel paragrafo 5.2), legati alla sedimentazione del carico solido di correnti con scarsa competenza, caratterizzati da una permeabilità media con coefficiente  $k$  minore di  $10^{-4}$  m/sec e maggiore di  $10^{-9}$  m/sec.

Questi terreni, generalmente, presentano un differente grado di permeabilità sia in senso orizzontale che verticale in relazione alla variabilità del rapporto sabbia/limo e alla presenza di sottili intercalazioni argillose.

In superficie le caratteristiche di permeabilità possono essere alterate: ad esempio, la conducibilità idraulica può aumentare in seguito al rimaneggiamento dovuto alle normali pratiche agricole. Dal punto di vista idrogeologico sono comunque sede di una infiltrazione lenta.

#### 6.2.1.1.3 Depositi a permeabilità nulla

Si tratta dei terreni a litologia prevalentemente argillosa (terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi e terreni prevalentemente argilloso-torbosi, definiti nel paragrafo 5.2), legati alla sedimentazione di acque praticamente ferme. Sono caratterizzati da coefficienti di permeabilità  $k$  molto bassi, inferiori a  $10^{-9}$  m/sec.


### 6.3 Dinamica delle acque sotterranee

Grazie alla grande quantità di dati disponibili (cfr. Capitolo 2) è possibile esaminare la circolazione delle acque sotterranee, in particolare, nel primo sottosuolo.

Nella zona in esame, i corpi geologici che costituiscono l'acquifero più superficiale sono costituiti da sedimenti prevalentemente sabbiosi d'origine alluvionale. Essi, come indicato nel paragrafo 6.1.2, costituiscono un'unità idrostratigrafica idraulicamente separata, almeno per buona parte della sua estensione, da quelle sottostanti, grazie alla presenza di un acquitardo costituito da depositi a bassa permeabilità.

All'interno del serbatoio idrico, i livelli sabbiosi risultano discretamente amalgamati tra di loro, per cui il comportamento idraulico del flusso idrico sotterraneo risulta abbastanza omogeneo dalla base fino al tetto, ove l'acquifero risulta variamente compartimentato dalla presenza di depositi impermeabili, arealmente discontinui. A ciò consegue che la falda in esso ospitata risulti, talora, in pressione e talora a pelo libero.

Quanto alle falde più profonde, esse sono contraddistinte da carichi idraulici elevati.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	46 di 86



I gradienti della superfici piezometriche sono molto bassi: nell'ordine dello 1,0‰ nell'acquifero più superficiale.

Il flusso sotterraneo è generalmente diretto da Nord-Ovest verso Sud-Est, con eccezione di alcune zone ove si risente di fenomeni locali.

I monitoraggi hanno evidenziato che, nell'ambito del territorio comunale di Curtatone, il livello della falda più superficiale raggiunge le massime quote sul livello del mare nel corso dei mesi maggio-giugno, mentre il periodo di magra è riferibile ai mesi dicembre-gennaio.

I regimi piezometrici risultano generalmente poco correlabili sia con quelli idrometrici che con quelli pluviometrici; fatto che induce a ritenere che l'alimentazione dell'intera unità idrogeologica sia da ricondurre principalmente agli apporti idrici forniti dai corpi acquiferi sotterranei dell'Alta Pianura.

I corsi d'acqua, tuttavia, costituiscono dei limiti a potenziale imposto ai cui livelli si deve sempre raccordare la superficie della falda.

Normalmente, nei periodi di abbassamento e di stazionarietà prolungata delle quote idrometriche, il fiume rappresenta un'asse di drenaggio: i livelli freatici sono costantemente ad una quota superiore ai livelli idrometrici, per cui si ha un flusso dalla falda al fiume.


Viceversa, in occasione degli eventi di piena, si assiste all'inversione del flusso: infatti, all'innalzamento dei livelli idrometrici corrispondono, a causa della perdita di carico indotta dalla filtrazione nelle sabbie, incrementi dei livelli freatici di ampiezza minore e sfasati nel tempo, in funzione della distanza dal corso d'acqua.

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono state rappresentate nella Carta idrogeologica di Tav. G.6.

In tale elaborato, innanzitutto, si è raffigurato l'assetto della prima falda, mediante rappresentazione di curve isopieze ad ugual livello statico, rilevato nel corso di una campagna di misure, effettuata nella primavera del 1990, per la redazione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque. Come si è potuto verificare nel corso di successive indagini, detto rilievo risulta particolarmente significativo, in quanto, ha riguardato una situazione di alto piezometrico molto elevato che può essere assunta come il massimo livello raggiungibile dalla falda nell'area di studio.

L'andamento delle isopieze evidenzia, in accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica d'appartenenza, un flusso prevalente da Nord-Ovest verso Sud-Est, anche se nel settore settentrionale, esso assume direzione Ovest-Est, a causa dell'azione drenante locale esercitata dall'incisione valliva del fiume Mincio e dei suoi laghi.

Nelle fasce terrazzate la superficie freatica risulta sub-affiorante rispetto alla superficie topografica. Anche nelle zone altimetricamente più elevate (livello fondamentale della pianura), come si evince dalle isobate rappresentate in Tav. G.7, generalmente, possono essere raggiunti modesti valori di soggiacenza del livello freatico, nell'ordine dei 2÷3 m dal piano campagna. Fa, però, eccezione la porzione più prossima alla scarpata che delimita il terrazzo del fiume Mincio (ovvero, a Nord dell'abitato di Montanara), dove si hanno valori di soggiacenza compresi tra i 4 e i 6 m.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	47 di 86



## 6.4 La vulnerabilità naturale del primo acquifero

Nel presente studio è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero per l'intero territorio comunale, dove per vulnerabilità intrinseca si intende l'insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

Essa rappresenta certamente uno dei più importanti strumenti di protezione ambientale.

Con riferimento a quanto indicato nel d.lgs. 258/2000 (Parte BIII – Allegato 7 “Aspetti generali per la cartografia delle aree ove le acque sotterranee sono potenzialmente vulnerabili”) per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi si considerano essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi presenti.

Essa, è riferita a inquinanti generici e non considera le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze.


Tra i possibili approcci alla valutazione e cartografia della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (metodi qualitativi, metodi parametrici e numerici), alla luce della disponibilità di dati, della scala di riferimento e della finalità dell'indagine si è optato per adottare un metodo qualitativo, che prevede la zonizzazione per aree omogenee, attraverso la tecnica della sovrapposizione cartografica.

In particolare, si è seguito (con qualche modifica) il metodo elaborato dal GNDICI-CNR che valuta la vulnerabilità intrinseca, per intervalli preordinati e situazioni tipo, mediante la classificazione di alcune caratteristiche litostrutturali delle formazioni acquifere e delle condizioni di circolazione idrica sotterranea.

Alla luce della situazione idrostratigrafica dell'area in esame, precedentemente descritta, la definizione delle classi di vulnerabilità è stata effettuata facendo riferimento ai seguenti tre parametri:

- *Litologia di superficie:* per la definizione di questo parametro si è fatto riferimento alla Tav. G.6 in cui è proposto un accorpamento delle classi definite nella Carta della litologia di superficie di Tav. G.3.
- *Profondità del tetto dell'acquifero:* ovvero lo spessore metrico dei terreni di copertura a tessitura fine, quando presenti.
- *Caratteristiche della falda:* che tiene conto della discriminazione spaziale tra le aree con falda affiorante e quelle con falda non affiorante.

Lo schema attributivo di sovrapposizione dei tre parametri sopraelencati, utilizzato nel presente studio, è riportato nella seguente Tabella 8:

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	48 di 86



GRADO DI VULNERABILITA'					LITOLOGIA DI SUPERFICIE*	PROFONDITA' TETTO ACQUIFERO	CARATTERISTICHE FALDA
E <sub>E</sub>	E	A	M	B			
					Argilla	> 10 m	Non affiorante
					Argilla Limo	> 5 m < 10 m > 10 m	Non affiorante
					Argilla Limo Sabbia e ghiaia	< 5 m < 10 m > 5 m	Non affiorante
					Sabbia e/o Ghiaia	< 5 m	Non affiorante
					Sabbia e/o Ghiaia	0 m	Affiorante

E<sub>e</sub>=Estremamente elevato E=Elevato A=Alto M=Medio B=Basso

\*Vedi accorpamenti indicati nella legenda della Carta idrogeologica di Tav. G.6

TABELLA 8 – SCHEMA ATTRIBUTIVO DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ

I risultati dell'analisi sono stati rappresentati cartograficamente in Tav. G.7 - Carta della vulnerabilità del primo acquifero (Scala 1:10.000).

La combinazione delle diverse suscettività all'inquinamento che caratterizzano la variabilità di ognuno dei fattori sopra richiamati, ha permesso di individuare, in comune di Curtatone, 4 classi di vulnerabilità: estremamente elevata, elevata, alta e media.

La vulnerabilità risulta, per la maggior parte del territorio comunale, alta ed elevata; situazione, del resto, immediatamente percepibile considerando la limitata presenza di depositi di copertura a protezione dell'acquifero e la limitata soggiacenza della falda che caratterizza gran parte del territorio e in particolare le zone ribassate di terrazzo.

Si sono definite aree a vulnerabilità estremamente elevata solo in corrispondenza dell'incisione valliva del fiume Mincio-lago Superiore, al limite settentrionale del Comune.

Risulta, invece, a media vulnerabilità una limitate porzioni di territorio nel settore sud-occidentale del Comune.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	49 di 86



## 7 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. Secondo tale ordinanza, come indicato in Fig. 14, il Comune di Curtatone, è stato identificato in zona 4 (a sismicità bassa), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_0$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra 0,05-g e 0,10-g (dove g è l'accelerazione di gravità).

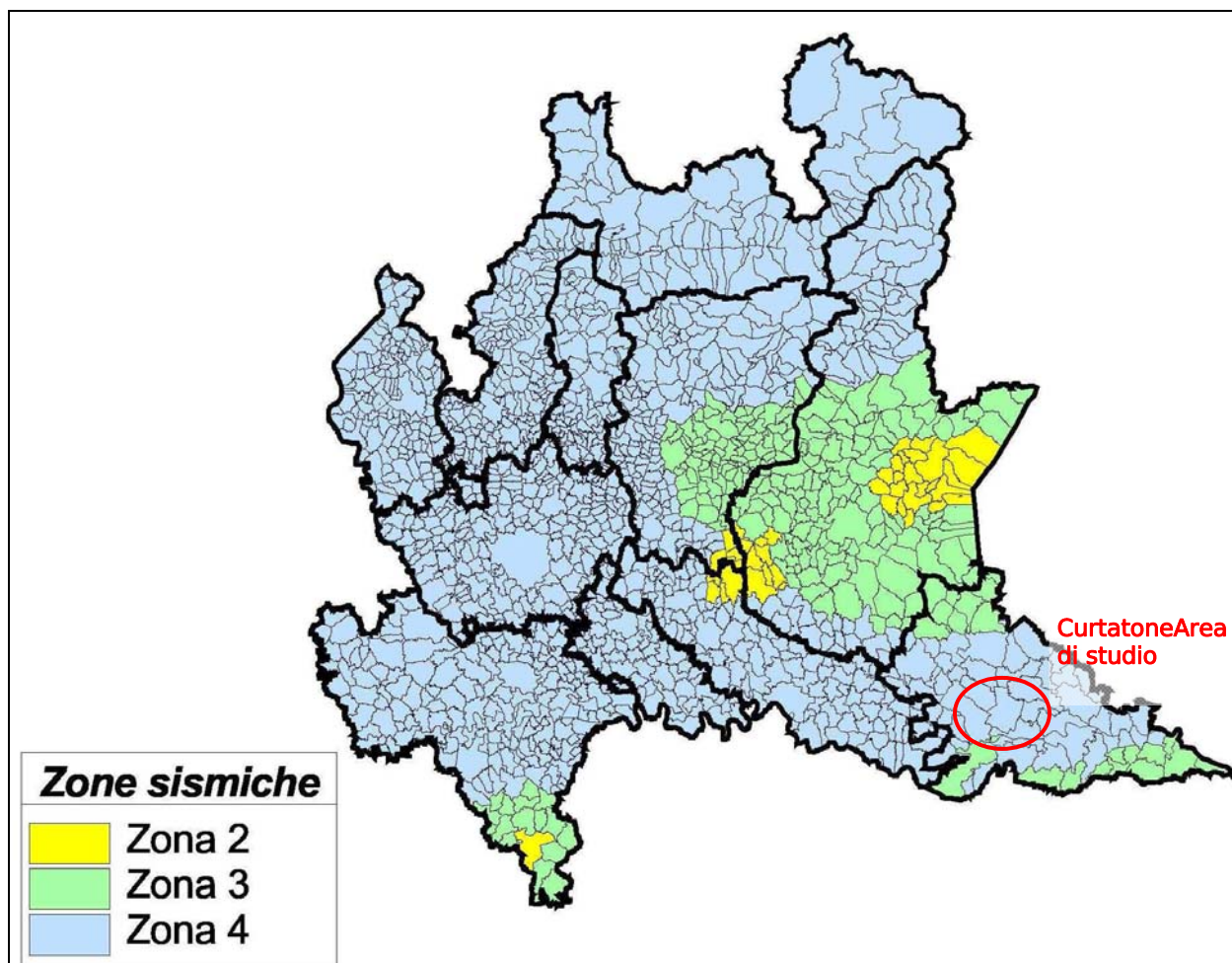



Fig. 14 - Classificazione sismica vigente dei Comuni della Regione Lombardia

Per la determinazione del rischio sismico in Comune di Curtatone si è fatto riferimento alle procedure descritte nell'allegato 5 dell' "Aggiornamento dei 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, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566" approvato con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, pubblicata sul BURL n. 24 2° supplemento straordinario del 12 giugno 2008, che tiene conto delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	50 di 86





La metodologia di analisi prevede i seguenti tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente (cfr. Fig. 15 che mostra il diagramma di flusso con illustrati i dati necessari e i percorsi da seguire):

- 1° LIVELLO: riconoscimento (sulla base di osservazioni geologiche, cartografia di inquadramento e di dati esistenti), classificazione e rappresentazione delle aree passibili di amplificazione sismica sulla Carta della Pericolosità sismica locale; è relativo alla fase pianificatoria ed è obbligatorio in tutte le zone sismiche;

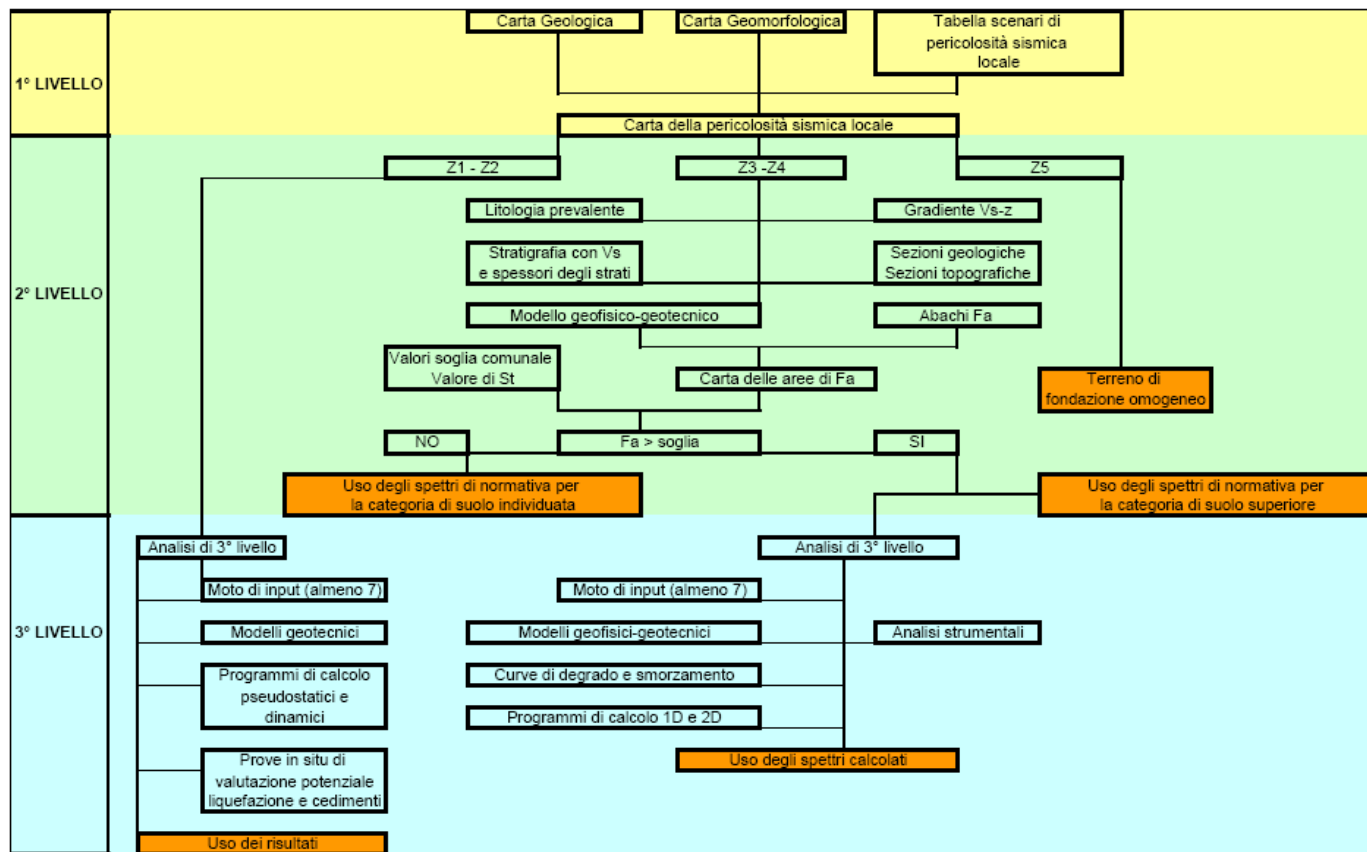


FIG. 15 – DIAGRAMMA DI FLUSSO DEI DATI NECESSARI E DEI PERCORSI DA SEGUIRE NEI TRE LIVELLI DI INDAGINE

- 2° LIVELLO: caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di Amplificazione (Fa) nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale e confronto con i valori di riferimento; è relativo alla fase pianificatoria negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 ed è obbligatorio, nelle zone sismiche 2 e 3, se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili, e nelle zone sismiche 4 (come il Comune di Curtatone), solo per edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- 3° LIVELLO: caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello; è relativo alla fase progettuale nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore soglia comunale



e nelle zone a Pericolosità sismica locale Z1, Z2 e Z5; è sempre obbligatorio nelle zone sismiche 2 e 3, solo per edifici strategici e rilevanti , nelle zone sismiche 4.

La procedura fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

A riguardo, in Tav. G.9, sono state raffigurate sia le curve ad uguale accelerazione sismica, proprio, con tempo di ritorno di 475 anni, riferite a suoli rigidi, sia i punti del reticolo di riferimento da cui sono state ricavate dette curve, riportati nella tabella 1 dell'Allegato B al D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"<sup>7</sup>.

### 7.1 Analisi di I° livello

L'analisi di primo livello è consistita in un approccio di tipo qualitativo che costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento.

Essa utilizza un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti permettendo l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo studio è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento e nella redazione di un'apposita cartografia, rappresentata dalla Carta della pericolosità sismica locale di Tav. G.9 .

In detta tavola, derivata dalle precedenti carte di base, viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali definite nella tabella 1 dell'allegato 5 della direttiva, di seguito riportata (cfr. Tabella 9):

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	

<sup>7</sup> L'Allegato A "Pericolosità Sismica", delle nuove Norme Tecniche stabilisce, infatti, che l'azione sismica debba essere valutata a partire dalla pericolosità di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica, funzione di tre parametri, uno dei quali è l'accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ).

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TABELLA 9 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (DA ALLEGATO 5 ALLA D.G.R. 28 MAGGIO 2008, N. 8/7374)

Gli studi effettuati hanno evidenziato che in Comune di Curtatone sono ovunque da attendersi amplificazioni litologiche, connesse con la presenza dello scenario Z4a: Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Inoltre, possono essere presenti zone con depositi granulari fini saturi associabili a fenomeni di liquefazione (scenario Z2). Presenza che non può essere esclusa in nessuna porzione del territorio comunale: infatti, per quanto nella Carta geolitologica di Tav. G.2 si sia cercato di effettuare una zonizzazione del territorio in relazione alle caratteristiche stratigrafiche e siano state cartografate aree in cui dominano i sedimenti coesivi fino ad oltre 15 m da piano campagna, tale zonizzazione, come già indicato, presenta dei limiti dovuti alla forte variabilità di *facies* dei depositi in esame rispetto al numero di verticali stratigrafiche conosciute e, quindi, in queste aree, si possono rinvenire anche corpi lenticolari sabbiosi.

Va, comunque, segnalato che i fenomeni di liquefazione sono da ritenersi molto improbabili e che non si ha memoria storica del verificarsi di tali fenomeni né in Comune di Curtatone né in altre aree con analoghe caratteristiche sedimentologiche che ricadono in zone sismiche 4<sup>8</sup>.

In conclusione, nella Carta della pericolosità sismica locale di Tav. G.9 si è classificato l'intero territorio comunale come:

<i>Sigla</i>	<i>Scenario di pericolosità sismica locale</i>
Z2	Zona con possibile presenza di depositi granulari fini saturi
Z4a	Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

TABELLA 10 – TIPOLOGIA DEI DEPOSITI SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONE SISMICA PER MOTIVI STRATIGRAFICI

## 7.2 Analisi di II° livello

L'analisi di secondo livello ha riguardato la valutazione per gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche litologiche (zona Z4a e zona Z4c) individuate nel precedente paragrafo.

Essa, per il Comune di Curtatone, che ricade in zona sismica 4, risulterebbe obbligatoria, solo per edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03). Tuttavia, nel presente studio essa è stata estesa all'intero territorio comunale che si ritiene presenti caratteristiche litostratigrafiche e geofisiche sostanzialmente omogenee.

*8 E' significativo a riguardo che, al punto 7.11.3.4.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al d.m. 14 gennaio 2008, è indicato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g.*



La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa).

Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare, l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Nel presente studio, per quanto concerne i dati litologici, stratigrafici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° livello, si è fatto riferimento alla bibliografia e/o a dati di zone limitrofe, con caratteristiche analoghe. A ciò consegue che il livello di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi sia da ritenersi basso e che, per tale motivo, detti risultati vadano trattati con le opportune cautele.

Alla luce delle caratteristiche litologiche e geotecniche presenti in Comune di Curtatone, tra le schede di riferimento attualmente disponibili, si è scelta quella per le litologie prevalentemente sabbiose in quanto risulta essere l'unica con un campo di validità dell'andamento delle Vs con la profondità, compatibile con i dati riscontrati con le indagini, (cfr. Fig. 16).

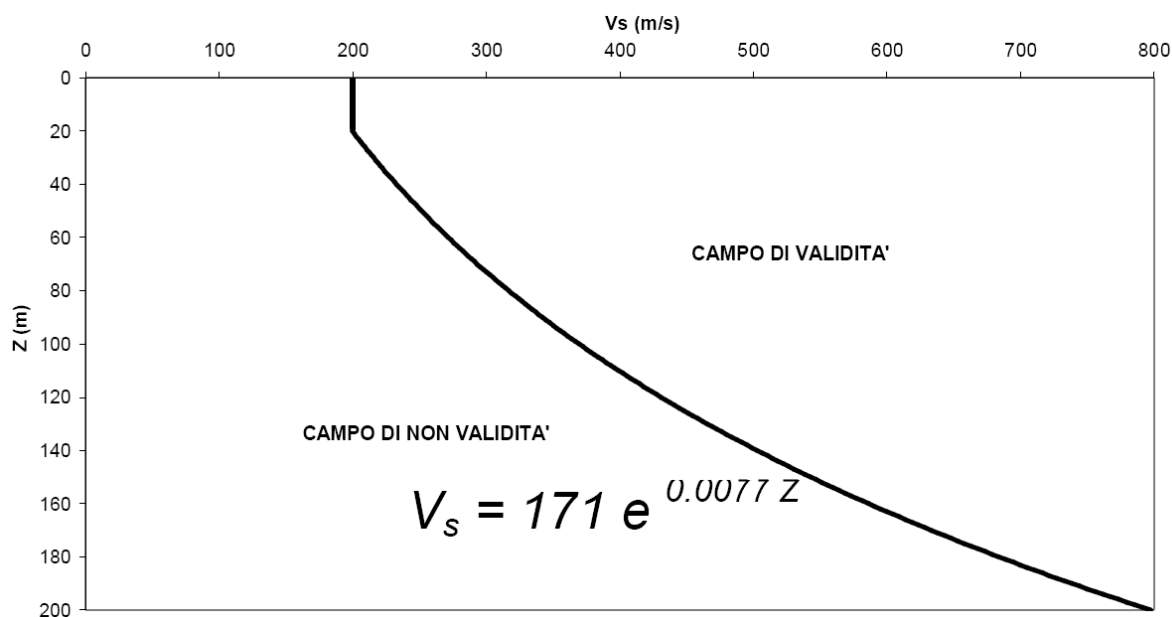




FIG. 16 – ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ NELLE SCHEDA PER LITOLOGIA SABBIOSA

All'interno di quest'ultima scheda di valutazione si è poi scelta la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, utilizzando la matrice riportata in Fig. 17.

		Profondità primo strato (m)																							
		1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180		
Velocità primo strato (m/s)	200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3														
	250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA										
	300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA								
	350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA							
	400		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA					
	450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
	500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
	600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA		
	700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

FIG. 17 – MATRICE UTILIZZATA PER DETERMINARE LA CURVA PER LA VALUTAZIONE DEL VALORE DI Fa PER LITOLOGIA SABBIOSA

Per il territorio in esame, in funzione delle possibili differenti condizioni di profondità e di velocità Vs dello strato superficiale<sup>9</sup>, si è assunta cautelativamente (vedi opportune cautele sopraccitate) la curva 2.

Dall'esame di tale curva (cfr. Fig. 18), si osserva che i valori di Fa, indipendentemente dal periodo proprio del sito T (da calcolarsi considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s), risultano, nei due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s, sempre inferiori a quelli calcolati, per la categoria di suolo C (categoria di suolo cui presumibilmente appartiene l'intero territorio comunale<sup>10</sup>).

<sup>9</sup> A riguardo si è esclusa la presenza di uno strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s, poggiante su uno strato con velocità maggiore di 500 m/s; condizione che imporrebbe l'utilizzo della curva 1.

<sup>10</sup> Con riferimento alle categorie in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione (Vs,30), il D.M. del 14 gennaio 2008, definisce come appartenenti alla categoria C i depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).



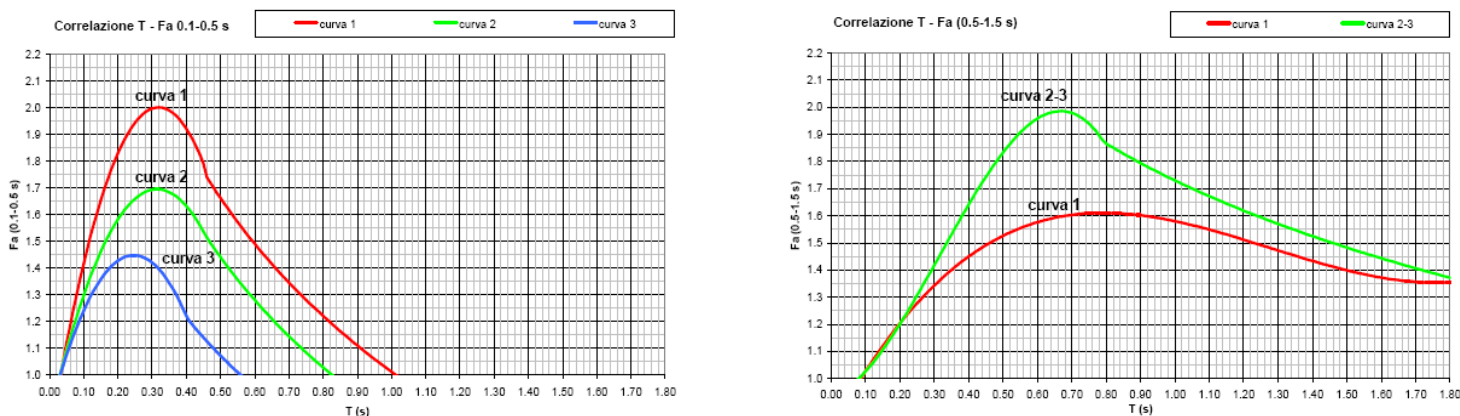


FIG. 18 – CURVE RAPPRESENTANTI I VALORI DI FA AL VARIARE DAL PERIODO PROPRIO DEL SITO T PER LITOLOGIA SABBIOSA

Infatti, per il Comune di Curtatone, i valori di soglia oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, riportati nella banca dati in formato .xls (soglie\_lomb.xls), sono i seguenti (cfr. Tabella 11):

INTERVALLO s	Valori soglia				
	B	C	D	E	
0.1 - 0.5	1,4	1,8	2,1	1,9	
0.5 - 1.5	1,7	2,3	3,9	2,9	

TABELLA 11 – VALORI DI SOGLIA CALCOLATI PER IL COMUNE DI CURTATONE

Al fatto che i valori di Fa risultano inferiori ai valori di soglia corrispondenti consegue che il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e, quindi, si applica lo spettro previsto dalla normativa stessa.


### 7.3 Analisi di III° livello

A seguito di quanto indicato in precedenza, stante le procedure descritte nell' "Aggiornamento dei 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, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566" approvato con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, in Comune di Curtatone, in fase progettuale, si dovrà applicare il terzo livello solo per edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) che potrebbero ricadere in zone con presenza di depositi granulari fini saturi, suscettibili di liquefazioni.

Va d'altra parte segnalato che, come ricordato in una precedente nota, al punto 7.11.3.4.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al d.m. 14 gennaio 2008, è indicato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g.



Quanto alle aree suscettibili di amplificazioni sismiche litologiche (Z4), che interessano l'intero territorio comunale, esse, come indicato nel paragrafo precedente, sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  sempre inferiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. Conseguentemente, sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata senza ricorrere ad analisi di 3° livello.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	57 di 86



## 8 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Dal punto di vista climatico il Comune di Curtatone appartiene alla parte centro-orientale della Valle Padana, zona caratterizzata da una certa uniformità climatica, con inverni rigidi e nebbiosi ed estati calde e afose e in cui si risente dell'effetto barriera dell'arco alpino.

Tale clima è definito in letteratura "*sottotipo moderato di tipo continentale*", da alcuni autori, o "*sub tropicale di tipo umido*", da altri.

In generale, si registrano piogge limitate (da 600 a 1000 mm), ma ben distribuite nell'anno, temperature medie annue tra 11 e 14° C, nebbie frequenti, ventosità ridotta con molte ore di calma, elevate umidità relative e frequenti episodi temporaleschi.

In inverno, l'area padana presenta sovente uno strato di aria fredda in vicinanza del suolo che, in assenza di vento, determina la formazioni di gelate e di nebbie spesso persistenti che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane. È raro che, in questo periodo, le perturbazioni influenzino la zona; in qualche caso però tali condizioni si verificano con precipitazioni che possono essere nevose in presenza di apporti di aria fredda siberiana (anticiclone russo).

Il passaggio alla stagione primaverile risulta di norma brusco e caratterizzato da perturbazioni che determinano periodi piovosi di una certa entità man mano che la stagione avanza i fenomeni assumono un carattere temporalesco sempre più spiccato.

L'attività temporalesca, tuttavia, vede il suo apice nel periodo estivo quando si registrano elevati accumuli di energia utile per innescarla e sostenerla. Essa risulta relativamente intensa con precipitazioni quantitativamente superiori a quelle invernali.

In autunno il tempo è caratterizzato dal frequente ingresso di perturbazioni atlantiche, che possono dare luogo a precipitazioni di entità rilevante.

Per quanto riguarda i dati climatici specifici dell'area in esame si è fatto riferimento a quanto contenuto in uno studio fatto dall'Amministrazione Provinciale di Mantova, Settore Ambiente ed Ecologia, Servizio Acque e Protezione Civile, che costituisce l'analisi del settore "Rischio Meteorologico" del "Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione Civile".

Tali dati, sono riportati, unitamente alle relative analisi, nei paragrafi seguenti.

### 8.1 Precipitazioni

Per lo studio delle precipitazioni medie sono stati analizzati i dati di due stazioni di rilevazione ubicate nelle vicinanze del Comune di Curtatone:

- Borgoforte con coordinate UTM X = 1638093 e Y = 4989757 e rilevazioni dal 1952 al 1977
- Mantova con coordinate UTM X = 1641316 e Y = 5002003 e rilevazioni dal 1951 al 1990

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	58 di 86



Per tali stazioni in Fig. 19, Fig. 20 sono riportati i grafici dei totali mensili delle precipitazioni, rilevate nel periodo di misurazione, ponendo a confronto i valori medi mensili misurati e quelli calcolati mediante sintesi armonica.

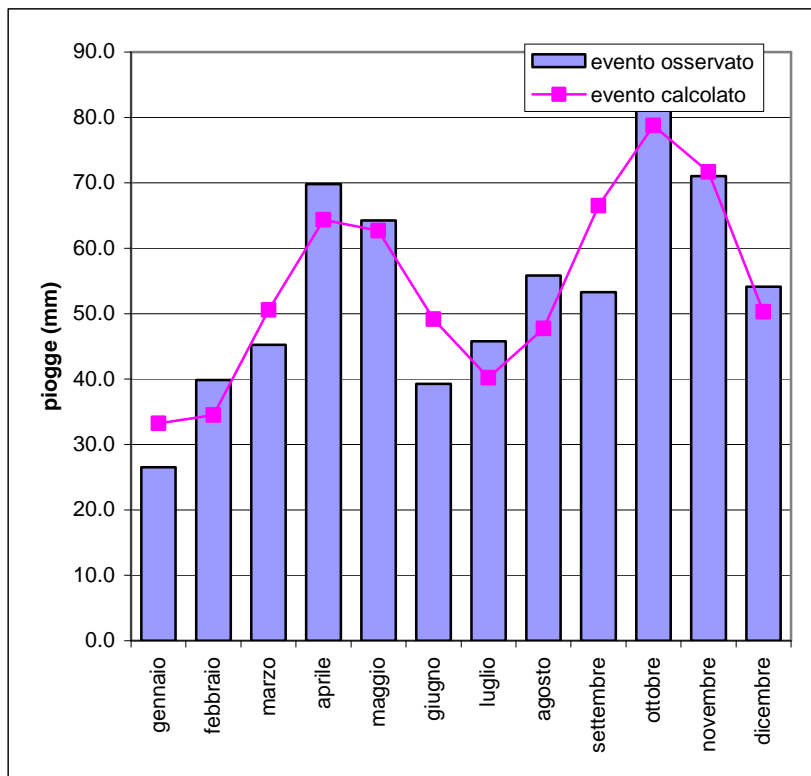


FIG. 19 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A BORGOFORTE RELATIVA AL PERIODO 1952-1977

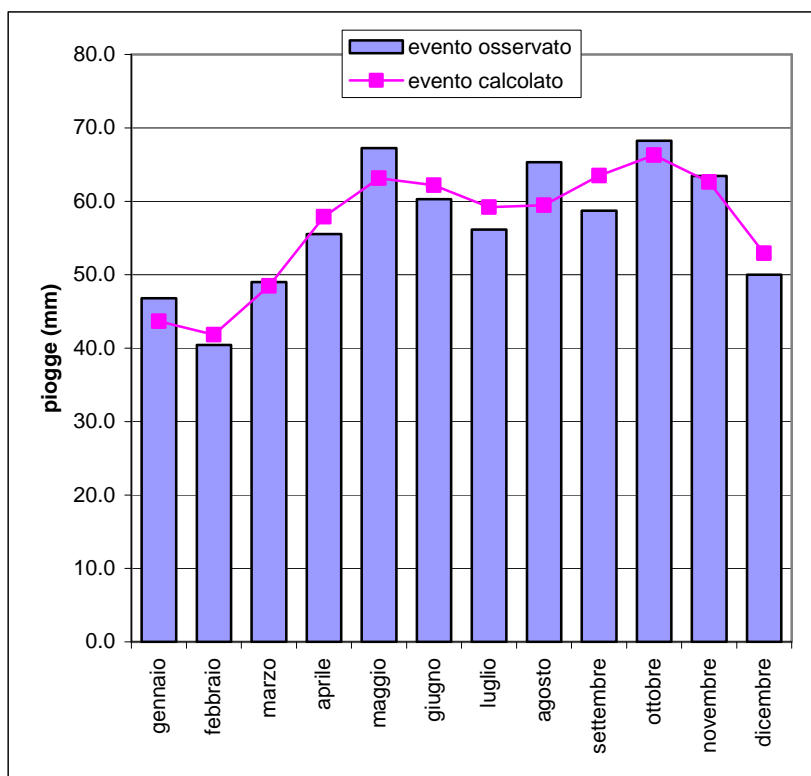


FIG. 20 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1990

L'elaborazione statistica dei dati pluviometrici ha consentito, per ciascuna stazione, di definire i caratteri pluviometrici annuali.

Osservando i risultati delle elaborazioni, si deduce che la distribuzione mensile della media delle precipitazioni è caratterizzata da due massimi, in tarda primavera e in autunno, e due minimi, in inverno e in estate.

Il massimo autunnale, compreso tra 65 e 80 mm/mese, risulta maggiore di quello primaverile, pari all'incirca a 65 mm/mese.

Tra i minimi, quello invernale (35÷45 mm/mese) è inferiore a quello estivo (40÷60 mm/mese).

Il mese più piovoso è ottobre mentre i più asciutti sono gennaio e febbraio.

Complessivamente, la piovosità media annua registrata è nell'ordine dei 650÷700 mm/anno.

## 8.2 Temperature

Relativamente alle caratteristiche termiche, nell'area oggetto di studio, lo studio fatto dall'Amministrazione Provinciale di Mantova, fa riferimento ai valori registrati dalle seguenti stazioni termometriche:

- Breda Cisoni con coordinate UTM X = 1620910 Y = 4985519
- Mantova con coordinate UTM X = 1641316 Y = 5002003
- Pegognaga con coordinate UTM X = 1646940 Y = 4984376

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	60 di 86





- Rivarolo Mantovano con coordinate UTM X = 1613286 Y = 4991984

Per ognuna di esse in Tabella 12 viene specificato il periodo di osservazione, la media di temperatura annua registrata ed il coefficiente di sintesi armonica.

STAZIONE	Serie	Anni di Osservazione	Media Annuia °C	coeff.corr. Sint. Arm.
Breda Cisoni	1993-1999	7	13.3	0.997
Mantova	1951-1990	39	13.6	0.996
Pegognaga	1993-1999	8	14.3	0.999
Rivarolo Mantovano	1996-1999	4	13.2	0.999

TABELLA 12 – CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI TERMICHE SITUATE NELL'AREA DI STUDIO

Si osservi che, di queste stazioni, solo la stazione di Mantova presenta una serie sufficientemente lunga da poter essere utilizzata per affidabili elaborazioni statistiche. Inoltre, come per le precipitazioni, per ciascuna stazione, si sono dovuti considerare intervalli di anni differenti.

Si tratta, purtroppo, di dati non sufficientemente precisi, insufficienti a consentire una buona definizione delle caratteristiche termiche del territorio, anche se va detto che le ridotte variazioni altimetriche della superficie topografica contribuiscono a limitare le differenze di temperatura tra le diverse zone.

Analogamente a quanto è stato fatto per le precipitazioni totali mensili, in Fig. 21 è riportato il grafico dei valori medi di temperatura misurati, alla stazione di Mantova (come sopraindicato l'unica a fornire una serie di lunghezza significativa) , ponendo a confronto i valori medi mensili misurati e quelli calcolati mediante sintesi armonica. .

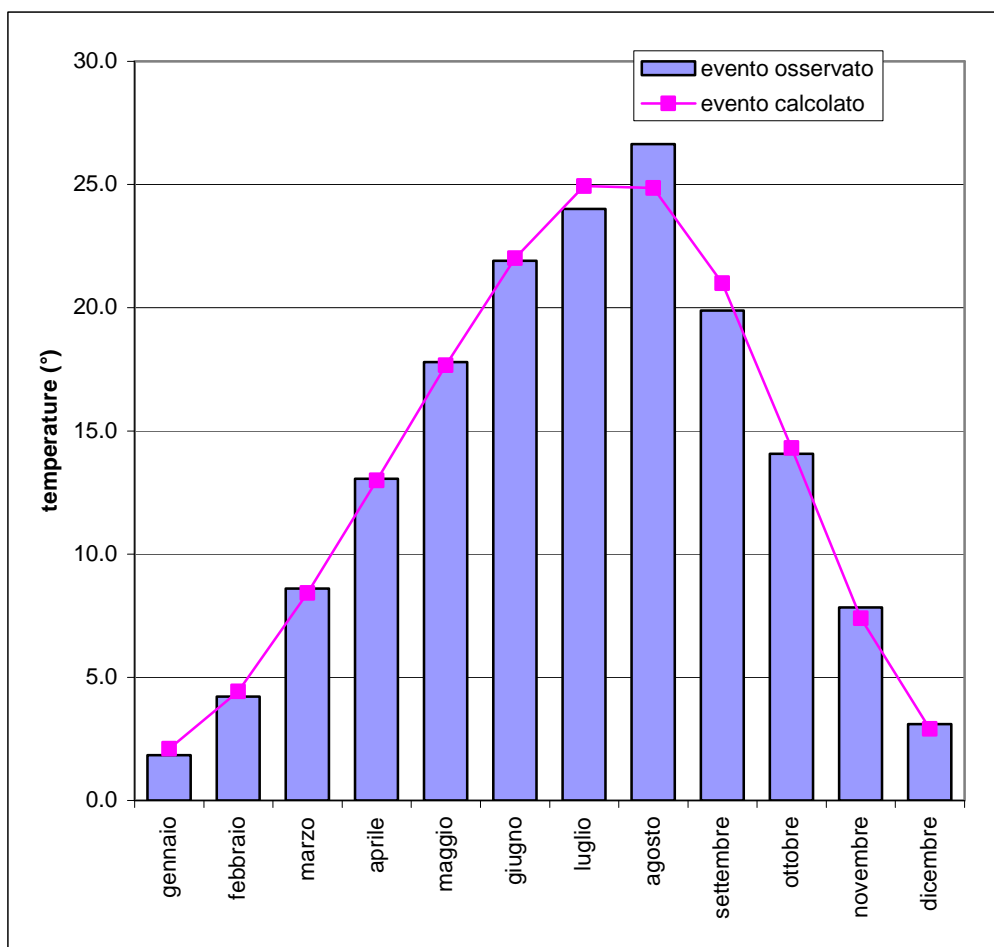


FIG. 21 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1990

Dall’osservazione della curva di sintesi armonica si deduce che nell’area analizzata il regime delle temperature è di tipo unimodale, ovvero con un solo massimo e un solo minimo annuale.

A fronte di una temperatura media annua pari a 13,6° C (cfr. Tabella 12), i valori di temperatura più elevati si registrano in luglio (circa 25° ) mentre quelli più bassi si riscontrano nel mese di gennaio (circa 2°).

### 8.3 Condizioni termo-pluviometriche

Noti i caratteri pluviometrici e termici ed i rispettivi regimi, ricavati analiticamente con l’equazione di sintesi armonica, è stata estesa la ricerca all’analisi del loro comportamento reciproco.

Al fine di valutare le connessioni che intercorrono tra le temperature e le precipitazioni medie mensili, i valori di questi due elementi sono stati riportati rispettivamente nelle ascisse e nelle ordinate di un diagramma cartesiano denominato, climogramma termopluviometrico (cfr. Fig. 22). La stazione presa come riferimento è quella di Mantova in quanto le altre stazioni che presentano la presenza contemporanea di pluviometro e termometro sono dotate di serie troppo brevi.

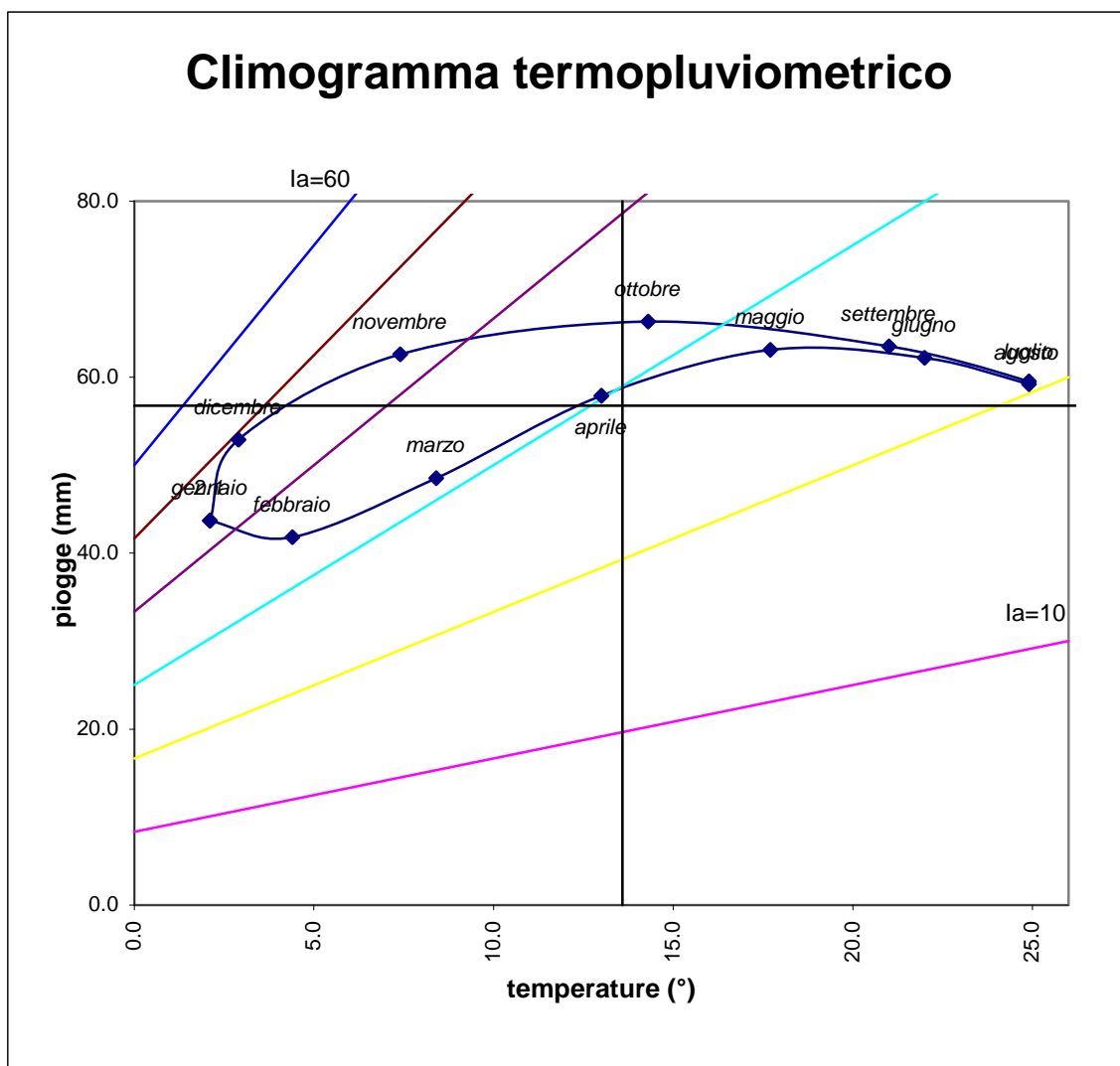


FIG. 22 – CLIMOGRAMMA TERMOPLUVIOMETRICO RELATIVO ALLA STAZIONE DI MANTOVA

Il climogramma è stato suddiviso in 4 quadranti per mezzo dei valori medi annuali di temperatura e di precipitazione. Ogni quadrante definisce una delle seguenti situazioni climatiche:

- I - freddo-umido,
- II - freddo-secco,
- III - caldo-secco,
- IV - caldo-umido.

Considerando il minore o maggiore sviluppo della linea di correlazione in ciascun quadrante è possibile apprezzare il dominio dei due elementi climatici e i loro rapporti di interdipendenza.

Nell'area nei dintorni di Mantova si ha da gennaio a fine marzo un periodo freddo-secco, che diviene freddo umido in aprile. Il clima caldo, da maggio ad ottobre, risulta sempre umido. Infine in novembre e in dicembre si registra una situazione climatica freddo-umida.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	63 di 86



Nel grafico è stato tracciato un fascio di rette, ciascuna delle quali rappresenta il luogo dei punti con lo stesso indice di aridità. Utilizzando i valori delle precipitazioni e temperature, ottenuti con le equazioni di sintesi armonica, sono stati calcolati i valori mensili dell'indice di aridità.

Nella successiva Tabella 13 sono riportati i valori mensili dell'indice di aridità nella stazione di Mantova:

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
Mantova	40,2	31,2	27,9	27,2	25,0	20,8	16,7	15,5	18,8	26,9	37,9	45,2	27,8

TABELLA 13 – VALORI MENSILI DELL'INDICE DI ARIDITÀ A MANTOVA

Dall'esame di questi dati risulta che il valore minimo dell'indice di aridità, ovvero la massima aridità, si registra nel mese di agosto. Il valore massimo, invece, si osservano in dicembre. Nei periodi intermedi si hanno delle variazioni graduali.



## 9 VINCOLISTICA

La fase di sintesi/valutazione ha previsto l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico rappresentata cartograficamente nella Carta dei vincoli di Tav. G.10 .

In detta carta, estesa all'intero territorio comunale di Curtatone, sono stati distinti i seguenti vincoli:

### 9.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89


Come vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 è stata raffigurata la delimitazione delle Fasce Fluviali ripresa dall'elaborato n. 8 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001; ovvero:

**Fascia A:** Fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 " Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme di attuazione del P.A.I., ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

**Fascia B:** Fascia di esondazione, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato. 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). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", la 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 e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta;

Nella fascia di deflusso della piena si "*persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra*".

Nella fascia di esondazione si "*persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali*".

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	65 di 86





Va, inoltre, segnalato che, in comune di Curtatone, non è presente alcuna fascia di inondazione per piena catastrofica (FASCIA C) e non sussistono limitazioni d'uso del territorio derivanti da situazioni di dissesto, né già indicate nel SIT regionale, né individuate con il presente studio.

## 9.2 Vincoli di polizia idraulica

### 9.2.1 Elementi del reticolo idrico vincolati ai sensi del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523

Il regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 stabilisce che "le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi".

A riguardo nella legenda della Carta dei vincoli si sono distinti i seguenti elementi:

- Fiume Mincio
- Corsi d'acqua minori

### 9.2.2 Zona di rispetto dei corsi d'acqua pubblici

I "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde", conosciuti come 'Vincolo 431/85, art. 1, lettera c)', sono oggi identificati dal D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della L. 6 luglio 2002, n. 137"


L'art. 142, comma 1, lettera c) del suddetto Decreto Legislativo definisce infatti come oggetto di tutela e valorizzazione per il loro interesse paesaggistico: "i fiumi, torrenti, ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con r.d. 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna".

Si ritiene importante sottolineare che il D.Lgs. 42/04 ricomprende i contenuti della legge 1497/39 (abrogata dal D. Lgs. 490/99), lasciando inalterate le tipologie di beni tutelati.

Nella norma di tutela di "fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde" vengono tutelati non solo le sponde o il piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna, ma anche l'intero corso d'acqua.

La Regione Lombardia in attuazione dell'art. 1-quater della legge 431/85, ha individuato, con deliberazione della Giunta Regionale n. 4/12028 del 25 luglio 1986 e successive integrazioni, i corsi d'acqua pubblici lombardi aventi rilevanza paesaggistica e conseguentemente assoggettati a specifico vincolo ex art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04, nonchè quei corsi d'acqua, o tratti degli stessi, per i quali è stata dichiarata l'irrilevanza paesaggistica e che risultano pertanto esclusi dal suddetto vincolo.

Per l'esatta individuazione della fascia dei 150 metri del vincolo, si ritiene che, secondo quanto sostenuto anche da giurisprudenza di merito (Pretura di Cremona, 24 settembre 1990, pubblicata su Rivista Giuridica dell'Edilizia, 1991), "le fasce laterali ai fiumi, per la lunghezza di 150 metri, vanno calcolate con riferimento alla delimitazione effettiva del corso d'acqua, cioè a partire dal ciglio di sponda, o dal piede esterno dell'argine, quando quest'ultimo espliciti una funzione analoga alla sponda nel contenere le acque di piena ordinaria."

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	66 di 86



### 9.3 Geositi


Nella Carta dei vincoli di Tav. G.10 sono stati raffigurati anche i beni geologici già soggetti a forme di tutela, ovvero, i geositi: aree di valore paesaggistico e ambientale a spiccata connotazione geologica.

Tale categoria di tutela e valorizzazione del territorio è stata introdotta dal Piano Paesaggistico Regionale, approvato dalla Giunta Regionale con deliberazione 16 gennaio 2008, n. 8/6447 (cfr. art. 22 dell'articolato normativo di Piano).

Nell'allegato 14 alla d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374 viene proposto un elenco dei geositi lombardi (che sostituisce quello di cui all'allegato 14 alla d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566).

Si osserva che, in Comune di Curtatone, ricade un solo geosito. Trattasi dell'area denominata "Valli del Mincio" che presenta interesse regionale a causa di un motivo prevalentemente naturalistico (cui il citato art. 22 collega uno specifico dispositivo di tutela).

Essa si sovrappone con altre aree protette quali il Parco del Mincio e la Riserva Naturale omonima.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	67 di 86



## 10 CARTA DI SINTESI

Come illustrato nei “Criteri attuativi l.r.12/05 per il governo del territorio” e s.m., la Carta di sintesi è uno strumento che ha lo scopo di rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera.

Pertanto, tale carta risulta costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee, desunte dalla fase di analisi precedente, e in cui la sovrapposizione di più ambiti può determinare dei poligoni misti per pericolosità, determinata da differenti fattori limitanti.

Gli stessi criteri attuativi definiscono gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità che costituiscono la legenda della Carta di sintesi stessa.

Nel presente studio, la Carta di sintesi, redatta, per l'intero territorio comunale, a scala 1:10.000 (scala ritenuta sufficiente per una corretta rappresentazione dei tematismi in essa contenuti), viene riportata in Tav. G.11.

Alla luce delle risultanze emerse nel corso dello studio, durante la fase di analisi, nella legenda di tale carta, sono state distinte le classi descritte nei paragrafi seguenti.

### 10.1 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

#### 10.1.1 Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale

Ricadono in questa classe le porzioni di territorio che, in Tav. G.7, erano state raffigurate ad elevato grado di vulnerabilità intrinseca del primo acquifero all'inquinamento.

Tale ambito interessa ampie zone del Comune di Curtatone.

Circa il grado di pericolosità è importante segnalare che l'elevata vulnerabilità dell'acquifero non comporta rischi per captazioni pubbliche ad uso idropotabile, assenti nelle zone in esame.

#### 10.1.2 Area con falda affiorante

In Comune di Curtatone sono state individuate 3 aree, vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, in quanto con falda affiorante.

Trattasi sempre di porzioni di territorio di estensione modesta.


#### 10.1.3 Area a bassa soggiacenza della falda

Sono state inserite in questa classe le “aree a falda sub-affiorante” cartografate in Tav. G.6 e coincidenti con le fasce terrazzate presenti all'interno del territorio comunale.

### 10.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

#### 10.2.1 Area ove fluisce l'80% della portata relativa alla piena con tempo di ritorno di 200 anni (Fascia A)

Ricade in questa zona una porzione di territorio, sul limite settentrionale del Comune.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	68 di 86



Si tratta di una fascia sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento del fiume Mincio, come definito dal Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Ne consegue che la pericolosità idraulica risulta elevata.

### ***10.2.2 Area allagata in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 200 anni (Fascia B)***

La fascia di esondazione è stata rappresentata, in adiacenza alla fascia A, sempre con riferimento al Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Secondo gli studi idraulici effettuati a corredo di tale Piano si tratta di terreni esondabili dal fiume Mincio con tempo di ritorno duecentennale.

L'alta pericolosità idraulica impone forti limitazioni all'uso del territorio, come quelle dettate dalle normative dei Piani Stralcio di Bacino.

## **10.3 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

### ***10.3.1 Area con depositi superficiali argilloso-torbosi***

Con riferimento a situazioni di pericolosità dal punto di vista geotecnico, la fascia terrazzata del fiume Mincio che interessa la porzione più settentrionale del territorio comunale è stata cartografata come area con depositi superficiali argilloso-torbosi. Trattasi di informazioni riprese dalla Tav. G.3 - Carta della litologia di superficie (Scala 1:10.000).

Questi terreni (come già indicato nel paragrafo 5.3 Indicazioni di carattere geotecnico) presentano, infatti, caratteristiche geotecniche scadenti tali da imporre consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

### ***10.3.2 Area con depositi superficiali limoso-argillosi***

In questa classe sono state inserite le aree con "terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi" e quelle con "terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi" raffigurate nella Carta della litologia di superficie di Tav. G.3.

Tali depositi, che occupano un'ampia percentuale del Comune di Curtatone, non presentano caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, ma, semplicemente, meritano un'analisi più attenta rispetto ai depositi granulari. Pertanto tali aree andranno associate solo a modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

## **10.4 Altre aree evidenziate**

Oltre alle classi descritte nei paragrafi precedenti si è ritenuto di dover rappresentare sulla Carta di sintesi anche alcuni elementi idrografici (il fiume Mincio e i corsi d'acqua minori) e l'area soggetta ad attività estrattive, in località La Santa, cui saranno associate ovvie limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	69 di 86



## 11 FASE DI PROPOSTA

Come anticipato nelle premesse, la fase di proposta è definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di piano.

Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

Alle classi di fattibilità individuate sono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. capitolo 7), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

### 11.1 Carta di fattibilità delle azioni di piano

La Carta di fattibilità delle azioni di piano di Tav. G.12 è stata redatta sia alla scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale<sup>11</sup>, sia alla scala 1:5.000, su base catastale.

Essa è stata desunta dalla Carta di Sintesi di Tav. G.11 e dalla Carta dei Vincoli di Tav. G.10 (limitatamente agli ambiti ricadenti entro le fasce fluviali definite dal Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po), attribuendo a ciascun poligono individuato in esse un valore di classe di fattibilità, secondo i criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio della regione Lombardia.

Al mosaico della fattibilità devono essere sovrapposte, con apposito retino "trasparente", le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla carta di pericolosità sismica locale di Tav. G.9.

La carta di fattibilità è, dunque, una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio e deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di attuazione" (cfr. elaborato G. 13) che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).


Di seguito vengono riportati il procedimento di attribuzione della classe di fattibilità e la descrizione delle 4 classi di fattibilità in cui è stato suddiviso il territorio comunale, secondo la normativa sopraccitata.

### 11.2 Attribuzione delle classi di fattibilità

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi:

1. nella prima fase, a ciascun poligono della carta di sintesi, in base al/i fattore/i di pericolosità/vulnerabilità presente/i viene attribuita una classe di fattibilità (valore di ingresso) seguendo le prescrizioni della Tabella 1 dell'aggiornamento di cui alla Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2008 – N.8/7374.

<sup>11</sup> al fine di consentire l'aggiornamento del mosaico della fattibilità contenuto nel SIT

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	70 di 86





2. successivamente in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito è stato aumentato o diminuito il valore della classe di fattibilità. La diminuzione della classe di fattibilità rispetto alla classe di ingresso risulta sempre compiutamente documentata e motivata con piena ed esplicita assunzione di responsabilità da parte del professionista, utilizzando la scheda di cui all'Allegato 15 ("Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi dell'art. 47, d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445") dell'aggiornamento sopraccitato.

Nel caso in cui in un'area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la presenza contemporanea di più fenomeni, deve essere attribuito il valore più alto di classe di fattibilità; la relativa normativa associata deve contenere le prescrizioni che considerano la sussistenza di tutti i fenomeni evidenziati

A riguardo, all'interno delle singole classi di fattibilità, sono state distinte porzioni di territorio in base alla caratteristica o alle caratteristiche che determinano le condizioni di pericolosità, ognuna delle quali è stata identificata, nella Carta della fattibilità, con un sigla; ovvero:

- lettera "I" ad indicare le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico; in particolare:
  - "Ia" per quelle ricadenti nella Fascia A (all'esterno dei centri edificati);
  - "Ib" per quelle ricadenti nella Fascia B;
- lettera "G" ad indicare le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche; in particolare:
  - "Gt" per quelle con depositi superficiali argilloso-torbosi;
  - "G1" per quelle con depositi superficiali limoso-argillosi;
- lettera "V" ad indicare le aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale;
- lettera "S" ad indicare le aree caratterizzate da bassa soggiacenza della falda.

### 11.3 Classi di fattibilità

Nel territorio del comune di Curtatone agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica, individuati nella fase di sintesi, sono state attribuite le quattro classi di fattibilità e relative sottoclassi di seguito descritte:

#### 11.3.1 Classe 1 (Bianca)- Fattibilità senza particolari limitazioni


La classe 1 comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per le quali devono essere direttamente applicate le normative vigenti in materia di costruzioni.

#### 11.3.2 Classe 2 (Gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni

La classe 2 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate attraverso approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Sono state attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **S** – Area a bassa soggiacenza della falda
- **G<sub>1</sub>** – Area con depositi superficiali prevalentemente limoso – argillosi

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	71 di 86



Queste due classi sono state declassate dalla terza classe (cfr. paragrafo successivo), a cui dovrebbero essere attribuite secondo la tabella riportata nella normativa regionale (Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio).

Infatti, alle aree con depositi superficiali prevalentemente limoso – argillosi è stata attribuita la classe 2 perchè le indagini geognostiche disponibili hanno evidenziato che tali aree non presentano problematiche geotecniche particolarmente gravi.

Quanto alle zone con bassa soggiacenza della falda si è, invece, considerato che il solo accorgimento tecnico di non realizzare locali interrati, in corrispondenza di tali aree, servirà a garantire sia la tutela delle acque sotterranee che la sicurezza delle nuove previsioni edificatorie nei confronti delle stesse.

Nell'elaborato "Norme geologiche di attuazione" sono indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori per gli ambiti assegnati a questa classe.

### **11.3.3 Classe 3 (Arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Sono attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **V** – Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale
- **I<sub>b</sub>** – Area appartenente alla fascia fluviale B
- **G<sub>t</sub>** – Area con depositi superficiali argilloso-torbosi


Quanto alle opere di mitigazione del rischio eventualmente da realizzare, alle specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto, e ai supplementi di indagine da effettuare per le previsioni urbanistiche ricadenti in classe 3, si rimanda, sempre, nell'elaborato "Norme geologiche di attuazione".

### **11.3.4 Classe 4 (Rosso)- Fattibilità con gravi limitazioni**

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. In tale classe deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Sono attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **I<sub>a</sub>** – Area appartenenti alla Fascia fluviale A all'esterno dei centri abitati
- Area con falda affiorante

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	72 di 86



## 12 ANALISI DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE

Di seguito viene riportata una descrizione sintetica delle principali caratteristiche delle porzioni di territorio comunale interessate dalle previsioni urbanistiche contenute nel presente Piano di Governo del Territorio.

### 12.1 Ambito ATEC 101

L'ambito ATEC 101 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 26,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia limosa o limo-sabbiosa.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATEC 101, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 3,0 m da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta alta.

Dal punto di vista idraulico, l'ambito rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.


Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATEC 101 riguarda la trasformazione di un'area ove è presente un allenamento di maiali in una prevalentemente economica, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- Sono da prevedersi modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei depositi superficiali, a tessitura prevalentemente limosa. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole. In questa sede si può anticipare che il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture dovrà essere adeguatamente giustificato sulla base di apposite indagini geognostiche.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici.

### 12.2 Ambito ATEC 201

L'ambito ATEC 201 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di 27,0÷28,0 m s.l.m.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	73 di 86



Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente limosa o limo-sabbiosa, su gran parte dell'area, e sabbiosa, in modesti settori, alle estremità orientale e sud-occidentale.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATEC 201, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a 5,0÷6,0 m da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta prevalentemente alta, con eccezione dei settori dove dominano i litotipi sabbiosi in cui è elevata.

Dal punto di vista idraulico, l'ambito rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Il settore più orientale dell'ambito, ricade in una zona di rispetto da corso d'acqua pubblico (Canale Osone).

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATEC 201 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente economica, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:


- Su gran parte dell'area sono da prevedersi modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei depositi superficiali, a tessitura prevalentemente limosa. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole. In questa sede si può anticipare che il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture dovrà essere adeguatamente giustificato sulla base di apposite indagini geognostiche.
- Sempre in fase progettuale e nel rispetto delle norme del Piano delle Regole, andrà garantito il rispetto della qualità delle acque sotterranee nei settori, alle estremità orientale e sud-occidentale definiti ad elevata vulnerabilità dell'acquifero.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici.

### 12.3 Ambito ATEC 202

L'ambito ATEC 202 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 27,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	74 di 86



Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATEC 202, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 5,0 m da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.

Dal punto di vista idraulico, l'ambito rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Il settore più occidentale dell'ambito, ricade in una zona di rispetto da corso d'acqua pubblico (Canale Osone).

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATEC 202 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente economica, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici.

## 12.4 Ambito ATEC 203

L'ambito ATEC 203 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 26,0 m s.l.m.


Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATEC 203, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza di 5,0÷6,0 da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	75 di 86





Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATEC 203 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente economica, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.

## 12.5 Ambito ATR 204

L'ambito ATR 204 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona urbanizzata che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di 28,5÷29,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.


Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATR 204, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 6,0 m da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.

Sotto l'aspetto vincolistico, il settore più orientale dell'ambito, ricade in una zona di rispetto da corso d'acqua pubblico (Canale Osone).

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 204 riguarda la trasformazione di un'area produttiva (allevamento di tori) in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- La trasformazione da area produttiva a residenziale è soggetta ad una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	76 di 86



- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici.

## 12.6 Ambito ATR 301

L'ambito ATR 301 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona urbanizzata, interna all'abitato di Montanara, che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 22,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

La falda ha una soggiacenza bassa, pari a circa 2 m da piano campagna; caratteristica che, unitamente all'elevata permeabilità dei depositi di superficie, fa sì che la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulti elevata.


L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATR 301, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 301 riguarda la trasformazione di un'area per servizi in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	77 di 86



## 12.7 Ambito ATS 401

L'ambito ATS 401 ricade in una zona agricola sul livello fondamentale della pianura.

Essa non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 25 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATS 402, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza bassa, pari a circa 4 m da piano campagna.

La vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta alta.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATS 402 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente per servizi, non stati individuati potenziali effetti negativi attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.

## 12.8 Ambito ATR 501

L'ambito ATR 501 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 25 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATR 501, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 4 m da piano campagna; caratteristica che, unitamente all'elevata permeabilità dei depositi di superficie, fa sì che la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulti elevata.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 501 riguarda la trasformazione di un'area produttiva (caseificio) in una prevalentemente residenziale, i

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	78 di 86



potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.
- La trasformazione da area produttiva a residenziale è soggetta ad una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta).

## 12.9 Ambito ATEC 502

L'ambito ATEC 502 ricade sul livello fondamentale della pianura. Essa non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 25 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 4 m da piano campagna. La vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.


Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATEC 502, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATEC 502 riguarda la trasformazione di un'area produttiva in una prevalentemente economica, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	79 di 86



- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.

## 12.10 Ambito ATR 601

L'ambito ATR 601 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona urbanizzata, all'interno dell'abitato di Levata che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 23,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente limosa o limo-sabbiosa, con eccezione di un limitato settore all'estremità meridionale dell'ambito.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, ATEC 601, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.


La falda ha una soggiacenza pari a circa 5,0 m da piano campagna; mentre, la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta prevalentemente alta, con eccezione dello spigolo meridionale dove dominano i litotipi sabbiosi in cui è elevata.

Dal punto di vista idraulico, l'ambito rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 601 riguarda la trasformazione di un'area produttiva (vecchio magazzino ortofrutta) in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- Su gran parte dell'area sono da prevedersi modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei depositi superficiali, a tessitura prevalentemente limosa. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole. In questa sede si può anticipare che il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture dovrà essere adeguatamente giustificato sulla base di apposite indagini geognostiche.
- Sempre in fase progettuale e nel rispetto delle norme del Piano delle Regole, andrà garantito il rispetto della qualità delle acque sotterranee nel settore, all'estremità meridionale, definito ad elevata vulnerabilità dell'acquifero.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	80 di 86





necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.

- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici.

### 12.11 Ambito ATR 602

L'ambito ATR 602 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 23,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

La falda ha una soggiacenza nell'ordine dei 3÷4 m da piano campagna. La vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATR 602, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.


Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 602 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.

### 12.12 Ambito ATR 603

L'ambito ATR 603 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 23,0 m s.l.m.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	81 di 86



Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito 603, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza pari a circa 4 m da piano campagna.

La vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta elevata.

L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 603 riguarda la trasformazione di un'area agricola in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.

### 12.13 Ambito ATR 701


L'ambito ATR 701 ricade sul livello fondamentale della pianura in una zona urbanizzata che non presenta problematiche di dissesto geomorfologico né forme di pregio.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 20,0 m s.l.m.

Il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente sabbiosa, con discrete caratteristiche geotecniche e ad elevata permeabilità.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'ambito ATR701, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La falda ha una soggiacenza bassa, pari a circa 1 m da piano campagna; caratteristica che, unitamente all'elevata permeabilità dei depositi di superficie, fa sì che la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulti elevata.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	82 di 86



L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte e considerato che l'ambito ATR 701 riguarda la trasformazione di un'area produttiva in una prevalentemente residenziale, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- L'elevata vulnerabilità dell'acquifero comporta consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori che potrà essere effettuato solo garantendo il rispetto della qualità delle acque sotterranee. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole.
- Sempre in fase progettuale e nel rispetto delle norme del Piano delle Regole andrà valutata, sotto l'aspetto quantitativo, l'interferenza dei nuovi interventi con la falda, che in zona presenta bassa soggiacenza.
- La trasformazione da area produttiva a residenziale è soggetta ad una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta).
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geomorfologici e geotecnici.


#### 12.14 Ambito ATR 702

L'ambito ATR 702, per quel che riguarda il suolo, il sottosuolo, le acque superficiali e sotterranee presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la descrizione di tali caratteristiche si rimanda al paragrafo 12.13.

Anche per quel che concerne i potenziali effetti attesi relativi a suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee l'ambito in esame presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la trattazione di tali effetti si rimanda sempre al paragrafo 12.13.

#### 12.15 Ambito ATR 703

L'ambito ATR 703, per quel che riguarda il suolo, il sottosuolo, le acque superficiali e sotterranee presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la descrizione di tali caratteristiche si rimanda al paragrafo 12.13.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	83 di 86



Anche per quel che concerne i potenziali effetti attesi relativi a suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee l'ambito in esame presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la trattazione di tali effetti si rimanda sempre al paragrafo 12.13.

### 12.16 Ambito ATR 704

L'ambito ATR 704, per quel che riguarda il suolo, il sottosuolo, le acque superficiali e sotterranee presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la descrizione di tali caratteristiche si rimanda al paragrafo 12.13.

Anche per quel che concerne i potenziali effetti attesi relativi a suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee l'ambito in esame presenta caratteristiche analoghe all'ATR 701. Pertanto, per la trattazione di tali effetti si rimanda sempre al paragrafo 12.13.

### 12.17 Ambito ATR 705

L'ambito ATR 705 ricade in una zona urbanizzata ubicata in gran parte, all'interno di una fascia terrazzata a litologia prevalentemente ghiaiosa, e, in parte, sul livello fondamentale della pianura a litologia prevalentemente argillosa e argillosa-sabbiosa (settore sud-occidentale).

La falda ha una soggiacenza bassa, pari a circa 1,0 m da piano campagna; caratteristica che conferisce vulnerabilità del primo acquifero elevata, laddove sono presenti i depositi grossolani più permeabili, e alta, in corrispondenza di quelli fini a bassa permeabilità.

L'assetto morfologico, che non presenta problematiche di dissesto né forme di pregio, risulta modificato dalle attività antropiche.

La quota del piano campagna è di circa 21,0 m s.l.m.


L'ambito non ricade in alcuna zona vincolata da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Dal punto di vista idraulico, esso rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova.

Per quel che concerne i potenziali effetti attesi relativi a suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee l'ambito in esame presenta caratteristiche analoghe all'ATR 705. Pertanto, per la trattazione di tali effetti si rimanda al paragrafo 12.17.

### 12.18 Corte delle Cerchie

La Corte delle Cerchie ricade quasi interamente sul livello fondamentale della pianura in una zona in cui il primo sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a litologia prevalentemente limosa o limo-sabbiosa. Solo l'estremità più settentrionale ricade sulla scarpata che segna il passaggio ai terreni prevalentemente argilloso-torbosi della fascia terrazzata del fiume Mincio.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	84 di 86



Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, la Corte delle Cerchie, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

Sul livello fondamentale della pianura la superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di circa 28,0 m s.l.m. e la falda ha una soggiacenza pari a circa 6,0 m da piano campagna. All'estremità nord, invece, la quota del piano campagna diminuisce avvicinandosi, sempre più, a quella della falda.

La vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero risulta sempre alta.

la Corte delle Cerchie ricade in una zona di rispetto da corso d'acqua pubblico (fiume Mincio) e, limitatamente all'estremità più settentrionale in area allagata in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 200 anni (Fascia B dello stesso fiume Mincio).

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- Su gran parte dell'area sono da prevedersi modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei depositi superficiali, a tessitura prevalentemente limosa. Tale problematica andrà affrontata in sede di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate in sede di Piano delle Regole. In questa sede si può anticipare che il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture dovrà essere adeguatamente giustificato sulla base di apposite indagini geognostiche.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- In sede di progettazione andrà tenuto conto del fatto che all'estremità più settentrionale sussistono consistenti limitazioni connesse sia al fatto di ricadere in un'area allagata in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 200 anni (Fascia B del fiume Mincio) sia per la presenza depositi superficiali argilloso-torbosi .


## 12.19 Standard di progetto tecnologico e socio-assistenziale

Lo Standard di progetto tecnologico e socio-assistenziale ricade su depositi prevalentemente sabbiosi della fascia terrazzata del fiume Mincio.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, come, del resto, la restante parte del territorio comunale, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante ad una quota di 19,5÷20,0 m s.l.m.

La falda risulta sub-affiorante e la vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero è elevata.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	85 di 86






Lo Standard di progetto tecnologico e socio-assistenziale ricade in una zona di rispetto da corso d'acqua pubblico (fiume Mincio) e, in area ove fluisce l'80% della portata relativa alla piena con tempo di ritorno di 200 anni (Fascia A dello stesso fiume Mincio).

Alla luce delle caratteristiche del territorio sopra descritte, i potenziali effetti attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, sono i seguenti:

- Sarà necessario che la progettazione tenga conto delle gravi limitazioni connesse con il fatto di ricadere in una zona ad elevato rischio idraulico (Fascia A del fiume Mincio).
- Sempre in fase progettuale e nel rispetto delle norme del Piano delle Regole andrà garantito il rispetto delle acque sotterranee visto in zona la falda presenta bassa soggiacenza e l'acquifero risulta ad elevata vulnerabilità.
- Relativamente alla valutazione del rischio sismico, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.
- Non si prevedono particolari effetti negativi per quel che concerne gli aspetti geotecnici.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	G.1 - Relazione illustrativa	Settembre 2010	2	86 di 86