

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI SPINADESCO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.

L.R. 11-03-2005 n° 12 _ D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1566_D.G.R. 28-05-2008 n° 8/7374

RELAZIONE

Elaborato modificato in accoglimento alle Osservazioni

Adozione

Approvazione

Il Sindaco

Il Segretario Comunale

I collaboratori

Il Tecnico

Dott. Geol. Roberto Mariotti

Dott. Giuseppe Malerba

Dott. Geol. Mauro Coffani

GEOLOGO (O.G.L. n° 253)

Corso Garibaldi, 95 – 26100 Cremona

Tel.st. (fax) 0372/23266 – Tell. Cell. 348/5640519

gennaio 2011_Rev: marzo 2014

e-mail: MALERB15@malerbagiuseppe.191.it

SOMMARIO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T. DEL COMUNE DI SPINADESCO

- INTRODUZIONE	p. 1
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE (ALL. 1)	p. 4
1.1 Analisi della cartografia storica	p. 4
<u>Allegati</u>	
▪ <u>Tav. 1</u> : Carta di inquadramento territoriale (scala 1:25.000)	
▪ <u>Serie cartografica storica</u> (scala 1:25.000)	
Tav. 1a: Tavoletta I.G.M. 1889	
Tav. 1b: Tavoletta I.G.M. 1935	
Tav. 1c: Tavoletta I.G.M. 1948	
Tav. 1d: Tavoletta I.G.M. 1975	
Tav. 1e: Tavoletta I.G.M. 1975	
2. CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E LITOLOGICA DI SUPERFICIE (TAV. 2)	
E CARTA PEDOLOGICA (TAV. 2a)	p. 9
2.1 Premessa	p. 9
2.2 Aspetti geologici	p. 9
2.2.1 Lineamenti geologico-strutturali generali	p. 10
2.2.2 Formazioni geologiche affioranti	p. 11
2.3 Aspetti geomorfologici	p. 12
2.4 Aspetti litologici	p. 16
2.4.1 Terreni prevalentemente sabbiosi	p. 16
2.4.2 Terreni prevalentemente sabbioso-limosi	p. 17
2.4.3 Terreni prevalentemente argilloso-torbosi	p. 17
2.5 Attività estrattive	p. 18
2.6 Aspetti pedologici (Tav. 2a)	p. 19
2.6.1 Premessa	p. 19
2.6.2 Descrizione delle unità cartografiche	p. 20
• Bibliografia	p. 30

3. CARTA IDROGEOLOGICA CON ELEMENTI IDROGRAFICI (TAV. 3) E CARTA GEOMORFOLOGICA DELLE TENDENZE EVOLUTIVE IN ATTO DEL FIUME PO (TAV. 3a)	p. 31
3.1 Premessa	p. 31
3.2 Aspetti idrogeologici	p. 32
3.2.1 Modalità di realizzazione della rete piezometrica	p. 32
3.2.2 Rilevamento ed analisi dei dati	p. 33
3.2.3 Sezioni idrogeologiche	p. 34
3.3 Aspetti idrografici	p. 36
3.3.1 Reticolo idrografico	p. 36
3.3.2 Idrologia del fiume Po	p. 38
3.3.2.1 Assetto geomorfologico e tendenze evolutive in atto	p. 38
3.3.2.2 Opere di difesa	p. 40
3.3.2.3 Aree inondabili	p. 40
3.3.2.4 Aspetti idrometrici	p. 41
3.3.2.5 Interventi programmati	p. 42
3.3.3 Analisi delle principali esondazioni storiche	p. 43
3.3.3.1 Evento alluvionale del novembre 1951	p. 44
3.3.3.2 Evento alluvionale del novembre 1994	p. 44
3.3.3.3 Evento alluvionale dell'ottobre 2000	p. 45
3.3.3.4 Evento alluvionale del novembre 2002	p. 46
• Bibliografia	p. 48
<u>Allegati</u>	
▪ <u>All. 3a</u> : Stratigrafie di pozzi pubblici del territorio in esame	
▪ <u>All. 3b</u> : Stratigrafie ed elenco di pozzi privati del territorio in esame	
▪ <u>All. 3c</u> : Sezioni idrogeologiche	
4. CARTA DELLA VULNERABILITÀ INTEGRATA DELL'ACQUIFERO FREATICO METODO G.N.D.C.I.-C.N.R. (TAV. 4)	p. 50
4.1 Premessa	p. 50
4.2 Applicazione del metodo G.N.D.C.I.-C.N.R. al territorio comunale	p. 51
4.3 Analisi dei risultati ottenuti	p. 53
4.4 Vulnerabilità delle acque ai nitrati di origine agricola	p. 54
• Bibliografia	p. 55
5. CARTA GEOLOGICO -TECNICA (TAV. 5)	p. 56
5.1 Premessa	p. 56

5.2	Modalità di espressione del giudizio sintetico relativo alle caratteristiche geologico-tecniche e geomeccaniche dei terreni di fondazione	p. 57
5.3	Principali risultati emersi	p. 59
5.4	Considerazioni conclusive	p. 62
	• Bibliografia	p. 64

Allegato

- All. 5a: Colonne litostratigrafiche interpretative dei dati litostratigrafici e geomeccanici dei terreni indagati e giudizio sintetico sulle qualità geomeccaniche del materiale

6.	CARTE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 6, TAV. 7)	p. 65
6.1	Inquadramento normativo	p. 65
6.2	Definizione di rischio sismico e di pericolosità sismica	p. 68
6.3	Metodologia adottata	p. 70
6.4	Applicazione della metodologia al territorio comunale	p. 73
6.4.1	Primo livello di approfondimento	p. 73
6.4.1.1	Scenario di pericolosità sismica locale Z2 – cedimenti/liquefazioni	p. 73
6.4.1.2	Scenario di pericolosità sismica locale Z4a – amplificazioni litologiche e geometriche	p. 79
6.4.2	Considerazioni conclusive relative al primo livello di approfondimento	p. 81
6.4.3	Secondo livello di approfondimento	p. 82
6.4.4	Considerazioni conclusive relative al secondo livello di approfondimento	p. 86
	• Bibliografia	p. 87

Allegati

- All. 6a: D.d.u.o. 31 novembre 2003 n. 19904
- All. 6b: Tabulati dei parametri sismici e spettri di risposta elastici

7.	CARTA DEI VINCOLI (TAV. 8bis)	p. 88
7.1	Strumenti di pianificazione sovracomunale	p. 88
7.2	Aree soggette a regime di tutela di leggi nazionali	p. 88
7.3	Aree soggette a regime di tutela di leggi ed atti di pianificazione regionale	p. 95
7.4	Aree soggette a regime di tutela del P.T.C.P.	p. 98
	• Bibliografia	p.103
8.	CARTA DI SINTESI (TAV. 9)	p.104
8.1	Premessa	p.104
8.2	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	p.104
8.3	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	p.105
8.4	Aree scadenti dal punto di vista geotecnico	p.107
8.5	Considerazioni conclusive	p.108

9. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO E CLASSI DI FATTIBILITÀ (TAV. 10)	p.109
9.1 Premessa	p.109
9.2 Fase 1: attribuzione delle Classi di Ingresso alle Classi di Fattibilità	p.110
9.3 Fase 2: attribuzione definitiva delle Classi di Fattibilità Geologica	p.111
10. NORME GEOLOGICHE DI PIANO	p. 117
Tabella riassuntiva delle prescrizioni relative alle Classi di Fattibilità Geologica	p. 129
11. CLIMATOLOGIA	p. 131
11.1 Premessa	p. 131
11.2 Regime termico e pluviometrico dell'area cremonese	p. 132
11.3 Regime pluviometrico	p. 133
11.4 Regime termico	p. 134
11.5 Caratteristiche anemometriche	p. 135
11.6 Altri fenomeni meteorologici	p. 135
• Bibliografia	p. 136

Allegati

- All. 1-11: Tabelle e grafici

ALLEGATI IN CALCE AL TESTO

Confronto tra scarpate morfologiche rilevate e scarpate morfologiche riportate nel P.T.C.P.

Dichiarazione Sostitutiva dell'Atto di Notorietà

TAVOLE FUORI TESTO (SCALA 1:10.000)

TAV. 2: Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie

TAV. 2a: Carta pedologica

TAV. 3: Carta idrogeologica con elementi idrografici

Tav. 3a: Carta geomorfologica delle tendenze evolutive in atto del fiume Po

TAV. 4: Carta della vulnerabilità integrata dell'acquifero freatico – Metodo G.N.D.C.I.-C.N.R.

TAV. 5: Carta geologico-tecnica

TAV. 6: Carta della pericolosità sismica locale di 1°li vello

TAV. 7: Carta della pericolosità sismica locale di 2°li vello

TAV. 8bis: Carta dei vincoli

TAV. 9: Carta di sintesi

TAV. 10: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA
COMUNE DI SPINADESCO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.

- **INTRODUZIONE**

Lo studio geologico in oggetto è stato redatto in ottemperanza alla l.r. 11 marzo 2005 n° 12 *“Legge per il governo del territorio”*, che disciplina la pianificazione a livello comunale attraverso un nuovo strumento urbanistico definito **“Piano di Governo del Territorio (P.G.T.)”**, articolato in tre atti: il *Documento di Piano*, il *Piano dei Servizi*, il *Piano delle Regole*.

Gli aspetti innovativi introdotti dalla l.r. 12/05 coinvolgono anche la disciplina normativa che per quasi un decennio ha rappresentato, con le relative direttive applicative, il riferimento per la caratterizzazione delle componenti geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale negli studi a supporto dello strumento urbanistico (l.r. 24 novembre 1997 n° 41 *“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”*).

Con la l.r. 12/05, sono state pertanto abrogate tutte le direttive applicative della l.r. 41/97, sostituite dalla **d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566** *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”* e, successivamente all’entrata in vigore del **D.M. 14 gennaio 2008** *“Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”* ed all’approvazione da parte dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 12 del 18 marzo 2008, degli *“Studi di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua”*, dalla **d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374**

“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”.

Sulla base delle indicazioni della l.r. 12/05, il P.G.T. deve essere obbligatoriamente corredato da uno studio geologico completo nel quale devono essere analizzati in particolare gli aspetti geologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale.

All'interno del P.G.T., lo studio geologico:

- è contenuto integralmente (fase di analisi, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta finale) nel *“Documento di Piano”* del P.G.T., ove rappresenta una delle componenti del quadro conoscitivo del territorio comunale e costituisce la base per le scelte pianificatorie (art. 8, comma 1, lettera c ed art. 57, comma 1, lettera a della l.r.12/05 e succ. mod. e int.);
- le fasi di sintesi/valutazione e di proposta finale (*“Carta dei Vincoli”*, *“Carta di Sintesi”*, *“Carta di Fattibilità Geologica”* e *“Norme Geologiche di Piano”*) costituiscono parte integrante anche del *“Piano delle Regole”* del P.G.T., all'interno del quale sono individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate (art. 10, comma 1, lettera d ed art. 57 comma 1 lettera b della L.R.12/05 e succ. mod. e int.).

Lo studio in oggetto è stato condotto secondo una metodologia divisa in tre fasi consequenziali:

▪ **Fase di analisi**

Basata su un processo di sintesi bibliografica e compilativa, integrata dai dati di riferimento contenuti nel Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) della Regione Lombardia, a conclusione del quale, analizzando i dati e la documentazione esistente riguardo gli aspetti geologici, geomorfologici, pedologici, idrogeologici, idrografici, geologico-tecnici, ambientali, vincolistici e sismici del territorio comunale, si giunge alla predisposizione della cartografia di inquadramento.

▪ **Fase di sintesi e valutazione**

Si fornisce un quadro sintetico dello stato del territorio comunale, mediante la suddivisione dello stesso, all'interno della *"Carta di Sintesi"*, in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologico-tecnica e della vulnerabilità idraulico-idrogeologica, sulla base degli elementi emersi durante la precedente fase di analisi.

▪ **Fase di proposta finale**

Rappresenta la fase conclusiva del lavoro, nella quale la valutazione incrociata degli elementi contenuti nella *"Carta di Sintesi"* e dei fattori ambientali ed antropici propri del territorio porta alla redazione della *"Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità"*, nella quale alle aree individuate nella fase di sintesi sono assegnate le Classi di Fattibilità Geologica e definite le prescrizioni normative relative alle destinazioni d'uso del territorio, riportate nelle *"Norme Geologiche di Piano"*.

Il presente studio geologico è stato pertanto condotto secondo i criteri delle d.g.r. 8/1566/05 e d.g.r. 8/7374/08; esso andrà a sostituire il vigente *"Studio geologico di supporto alla redazione del P.R.G."*, redatto dallo scrivente nell'Ottobre 2001 in ottemperanza alle normative vigenti all'atto della redazione dello stesso, e le successive integrazioni datate Ottobre 2002.

Le informazioni ottenute durante le fasi sopra menzionate sono state sintetizzate nelle tavole tematiche di seguito riportate, allegate fuori testo allo studio geologico e parte integrante dello stesso, realizzate alla scala 1:10.000:

- Tav. 2: Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie
- Tav. 2a: Carta pedologica
- Tav. 3: Carta idrogeologica con elementi idrografici
- Tav. 3a: Carta geomorfologica delle tendenze evolutive in atto del fiume Po
- Tav. 4: Carta della vulnerabilità integrata dell'acquifero freatico-Metodo G.N.D.C.I.-C.N.R
- Tav. 5: Carta geologico-tecnica
- Tav. 6: Carta della pericolosità sismica locale di 1° livello
- Tav. 7: Carta della pericolosità sismica locale di 2° livello
- Tav. 8: Carta dei vincoli
- Tav. 9: Carta di sintesi
- Tav. 10: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità

Nella realizzazione delle tavole cartografiche, come base cartografica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1: 10.000, volo 1994, Sezioni “C7d4”, “C7d5”, “C7e4”, “C7e5”, “C8d1”, “C8e1”.

In riferimento alla “*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*”, conformemente a quanto disposto dalla d.g.r. 7374/2008 e dalle indicazioni operative emanate dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica della Regione Lombardia, sono stati prodotti gli “*shape file*” relativi alle classi di fattibilità ed alla zonazione sismica, rispettando lo schema fisico dei dati definito dalla Regione Lombardia con D.d.u.o. n. 12.520 del 10 novembre 2006, al fine di consentire l’aggiornamento del mosaico della fattibilità presente nel Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) integrato regionale.

1 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE (TAV. 1)

Il territorio comunale di Spinadesco è localizzato nella posizione centro-meridionale del territorio cremonese e confina con il Comune di Crotta d’Adda e di Acquanegra Cremonese ad ovest, con il Comune di Sesto ed Uniti a nord e con il territorio comunale di Cremona sul lato orientale.

Il confine comunale meridionale, che corrisponde al confine con la regione Emilia Romagna, è rappresentato dall’asta fluviale del fiume Po.

1.1 – ANALISI DELLA CARTOGRAFICA STORICA

Di notevole importanza nella riproduzione cartografica sono le serie storiche delle tavolette I.G.M., riportate in calce al presente capitolo, che hanno permesso di ricostruire un quadro evolutivo geomorfologico-idrografico del territorio a partire dal 1889 fino al 1975.

Le tavolette storiche I.G.M. utilizzate, alla scala 1:25.000, sono relative a:

F 60 II NE Tavoletta “Monticelli d’Ongina” (scala 1: 25.000)

La ricostruzione storica evidenzia una generale evoluzione naturale dell’alveo del fiume Po caratterizzata da una graduale tendenza al restringimento ed alla rettificazione dell’alveo, con una progressiva scomparsa delle isole fluviali.

Analizzando la cartografia storica riportata in allegato, possono essere fatte le seguenti considerazioni relative all'assetto geomorfologico del territorio oggetto di studio.

Levata I.G.M. 1889

- Lo sviluppo meandriforme del fiume Po è particolarmente evidente nell'ambito territoriale in esame, con la presenza di due importanti lobi di meandro denominati Isola Serafina, che si estende nella porzione occidentale, ed Isola Mezzadra, che caratterizza la porzione orientale del territorio. Detti lobi di meandro presentano forme planimetriche differenti: mentre l'Isola Serafina presenta una forma asimmetrica, dovuta all'immissione nel Po del fiume Adda, che determina lo spostamento della corrente fluviale verso la sponda convessa del meandro inducendo una forte azione erosiva, l'Isola Mezzadra presenta una forma più simmetrica, con una lunghezza di circa 3 km ed una larghezza di circa 1,7 km.
- Le azioni erosive si concentrano su entrambi i lati del lobo di meandro di Isola Serafina lungo l'allineamento Cascina Isola Serafini – Palazzo Nuovo, ed in località Boschi di Bàroli per quanto concerne Isola Mezzadra; l'ampiezza media del letto fluviale compreso tra i due lobi di meandro è valutabile in circa 425 m.
- Si evidenzia la presenza di numerose cascine sia in ambito golenale che extra-golenale, mentre il centro abitato di Spinadesco è in fase di sviluppo lungo le direttrici viarie principali in prossimità della scarpata morfologica principale, all'interno del ripiano terrazzato che caratterizza la porzione settentrionale del territorio comunale.

Levata I.G.M. 1935

- Si evidenziano i netti cambiamenti nella forma di Isola Mezzadra dovuti all'intensa azione erosiva della corrente sul lobo di meandro che ha originato un notevole arretramento della sponda, valutabile nell'ordine di 750 m, mentre Isola Serafina non subisce grandi variazioni planimetriche.
- L'azione erosiva del fiume Po sui terreni di Isola Mezzadra è stata determinata dall'accrescimento dell'isola fluviale denominata Isola America del Seminario, che raggiunge una lunghezza di circa 2 km ed una larghezza massima di 750 m, che ha provocato la suddivisione del corso del Po in 2 canali, il principale dei quali è il diretto responsabile dell'azione erosiva su Isola Mezzadra; importante risulta la quantità di sedimenti immessi dal fiume Adda, come dimostra la presenza di un'isola fluviale posta

immediatamente a valle della confluenza.

- La larghezza media assunta dal Po nel tratto compreso tra Isola America del Seminario ed il punto di massima curvatura del meandro, identificato come “*curva di navigazione 48 (curva 48)*” è di circa 400 m.
- Non si rilevano sostanziali variazioni della viabilità ed in corrispondenza del centro abitato di Spinadesco rispetto alla precedente levata del 1889.

Levata I.G.M. 1948

- Nell'intervallo compreso tra il 1935 e il 1948, il fiume Po ha svolto un'intensa azione geomorfica nei confronti dei lobi di meandro; il lobo di Isola Mezzadra è stato ridotto ad una lunghezza di circa 3,8 Km e ad una larghezza minima, rilevabile poco a sud dell'allineamento C.na Chiari – C.na S. Savino, di circa 750 m, mentre il lobo di Isola Serafina ha subito lo smantellamento della parte settentrionale posta immediatamente a valle della confluenza dell'Adda nel Po, con notevole aumento della sezione fluviale, ed una importante azione deposizionale sulla sponda concava posta di fronte all'abitato di Castelnuovo Bocca d'Adda.
- Le isole interfluviali, già presenti nelle levate precedenti, hanno subito importanti modifiche; per quanto riguarda l'isola posta immediatamente a valle della confluenza dell'Adda, si rileva una forte erosione ed un importante rimaneggiamento dei sedimenti che ne hanno determinato lo spostamento verso valle e verso la sponda cremonese; Isola America del Seminario, nel contempo, ha subito una riduzione della lunghezza, passando a circa 1.450 m, ed un aumento della larghezza massima, che giunge a toccare i circa 800 m.
- L'ampiezza del fiume Po all'altezza di curva 48 giunge a toccare i 575 m; i due bracci che lambiscono Isola America del Seminario hanno rispettivamente un'ampiezza media di circa 440 m il braccio orientale e di circa 300 m il braccio occidentale.
- Non si rilevano sostanziali variazioni della viabilità ed in corrispondenza del centro abitato di Spinadesco rispetto alle precedenti levate.

Levata I.G.M. 1975

- Molto evidente appare la differenza con le levate precedenti, sia nell'ambito vallivo del fiume Po che in corrispondenza del centro abitato di Spinadesco.
- L'eccezionale evento di piena del novembre del 1951, descritto successivamente all'interno dello studio, ha causato la rottura in sponda sx del Po a valle della confluenza dell'Adda, in corrispondenza di località Boschi di Bàroli, oggi Bosco delle Gerre, la tracimazione delle acque e la successiva erosione di un nuovo tratto d'alveo di raccordo tra le due anse vicine, determinando un taglio di meandro naturale che ha isolato di fatto il lobo di meandro dal territorio cremonese. L'azione della corrente fluviale, oltre al modellamento di un nuovo alveo, ha determinato l'innalzamento della quota di fondo della porzione terminale di ex curva 48 rispetto alla quota di fondo della nuova asta fluviale, dando luogo così ad un brusco rallentamento della corrente con conseguente deposizione nell'alveo abbandonato; il progressivo interrimento dell'alveo abbandonato ha saldato di fatto Isola Mezzadra al vasto lobo di meandro di Isola Serafini.
- Successivamente, il taglio artificiale di meandro realizzato dal 1960 in prossimità dello sbarramento di Isola Serafini (Tav. 1e), entrato in esercizio nel 1963, ha portato all'isolamento dell'intero territorio comprendente Isola Mezzadra e Isola Serafini, congiungendo il ramo orientale del meandro abbandonato di ex curva 48 con l'alveo del Po a monte del citato sbarramento. Il ramo occidentale del meandro, che separava Isola Serafini da Isola Mezzadra, risulta quasi completamente colmato dai sedimenti e, probabilmente, da interventi antropici.
- Evidenti in generale appaiono gli effetti degli interventi di bacinizzazione; si riscontra infatti una forte azione deposizionale su tutta l'area e la tendenza del fiume a restringere il proprio alveo, in conseguenza di fenomeni di inalveamento; i fenomeni di sedimentazione avvengono prevalentemente in concomitanza dei principali eventi di piena, quando la velocità della corrente e l'altezza del tirante d'acqua aumentano considerevolmente la competenza e la portata torbida, fino a giungere al completo interrimento del meandro morto. I tagli di meandro menzionati in precedenza hanno impedito lo svilupparsi della naturale tendenza all'erosione del tratto a monte e di deposito a valle, con conseguente forte erosione di fondo ed un'elevata instabilità morfologica dell'alveo a valle della traversa di Isola Serafini.

- Si segnala la progressiva espansione del centro abitato di Spinadesco, nuove opere di urbanizzazione ed infrastrutture viarie ed idroviarie; in particolare, è evidente il tratto iniziale dell'incompiuto Canale Navigabile Milano-Cremona-Po, realizzato a partire dagli anni '60, che inizia in corrispondenza del porto di Cremona e termina in prossimità di Pizzighettone.

* * * *

L'osservazione della cartografia C.T.R. alla scala 1: 10.000 della Regione Lombardia, volo **1994**, base cartografica della Tav. 1, permette di trarre le seguenti osservazioni.

- Il tratto terminale dell'alveo abbandonato risulta quasi completamente interrato; l'ampiezza dell'alveo rilevabile dalla cartografia è inferiore a 25 m, ma probabilmente superiore alla dimensione reale a causa della scala della rappresentazione cartografica.
- Isola Mezzadra si allunga oggi in direzione NE-SO, secondo l'asse del lobo, per circa 3 km e presenta una larghezza variabile tra 500 e 900 metri.
- Il meandro di ex curva 48 risulta completamente colmato dai sedimenti depositati dalle piene maggiori; dei due canali che lambivano Isola America del Seminario rimangono solo poche tracce: il ramo orientale risulta completamente interrato, del ramo occidentale e della parte terminale di ex curva 48 rimane oggi una depressione larga mediamente circa 60 m e ribassata rispetto al piano campagna circostante di circa 6 m.
- Il ramo occidentale subisce una riattivazione esclusivamente in concomitanza con i maggiori eventi di piena; in esso non si verificano fenomeni erosivi legati all'aumento dell'altezza idrometrica, in quanto l'innalzamento delle acque avviene con uguale gradualità tanto nella parte settentrionale dell'alveo abbandonato quanto nella parte meridionale.
- Ulteriore sviluppo urbanistico del centro abitato di Spinadesco e dell'area industriale in corrispondenza della porzione orientale del territorio comunale.

In definitiva, dall'analisi della cartografia storica si evince che la maggior parte del territorio comunale, compresa nella valle alluvionale del fiume Po, è stato soggetto a continue trasformazioni, connesse alla dinamica fluviale ed agli eventi alluvionali che hanno contribuito al progressivo colmamento e conseguente innalzamento delle aree di golena aperta.



SERIE CARTOGRAFICA STORICA

TAV. 1a – TAVOLETTA I.G.M. 1889

TAV. 1b – TAVOLETTA I.G.M. 1935

TAV. 1c – TAVOLETTA I.G.M. 1948

TAV. 1d – TAVOLETTA I.G.M. 1975

TAV. 1e – TAVOLETTA I.G.M. 1975

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI
SPINADESCO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 1149/2008 n° 12 - D.G.R. 22-12/2008 n° 9188 - D.G.R. 28-05/2009 n° 67574

Cartografia di Inquadramento

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
"MONTICELLI D'ONGINA"
ANNO 1889

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1a

Il Geologo
Dott. Giuseppe Malerba

I collaboratori
Dott. Geol. Roberto Marotti
Dott. Geol. Mauro Coffani



REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI
SPINADESCO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 1149/2008 n° 12 - D.G.R. 22-12-2008 n° 91988 - D.G.R. 28-05-2009 n° 67574

Cartografia di Inquadramento

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
"MONTICELLI D'ONGINA"
ANNO 1935

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1b

Il Geologo
Dott. Giuseppe Malerba

I collaboratori
Dott. Geol. Roberto Marotti
Dott. Geol. Mauro Coffani



REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

**COMUNE DI
SPINADESCO**

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 1149/2008 n° 12 - D.G.R. 22-12-2008 n° 9198 - D.G.R. 28-05-2009 n° 67574

Cartografia di Inquadramento

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
"MONTICELLI D'ONGINA"
ANNO 1948

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1c

Il Geologo
Dott. Giuseppe Malerba

I collaboratori
Dott. Geol. Roberto Marotti
Dott. Geol. Mauro Coffani



REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

**COMUNE DI
SPINADESCO**

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 1149/2008 n° 12 - D.G.R. 22-12-2008 n° 91988 - D.G.R. 28-05-2009 n° 67574

Cartografia di Inquadramento

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
"MONTICELLI D'ONGINA"
ANNO 1975

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1d

Il Geologo
Dott. Giuseppe Malerba

I collaboratori
Dott. Geol. Roberto Marotti
Dott. Geol. Mauro Coffani



REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI CREMONA

COMUNE DI
SPINADESCO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL P.G.T.
L.R. 1149/2008 n° 12 - D.G.R. 22-12/2008 n° 91988 - D.G.R. 28-05-2009 n° 67574

Cartografia di Inquadramento

TAVOLETTA STORICA I.G.M.
"MONTICELLI D'ONGINA"
ANNO 1975

TAVOLA

SCALA 1 : 25.000

1e

Il Geologo
Dott. Giuseppe Malerba

I collaboratori
Dott. Geol. Roberto Marotti
Dott. Geol. Mauro Coffani



2 – CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E LITOLOGICA DI SUPERFICIE (TAV. 2) E CARTA PEDOLOGICA (TAV. 2a)

2.1 – PREMESSA

Nella Tav. 2 “*Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie*”, redatta per l'intero territorio comunale in scala 1:10.000, sono state sintetizzate le informazioni reperite circa l'assetto geologico dell'area, comprensivo di indicazioni sulle formazioni geologiche rilevate e dei relativi rapporti cronostratigrafici, le caratteristiche morfologiche del territorio comunale e gli aspetti litologici delle formazioni affioranti.

Lo studio, la verifica e la necessaria rielaborazione originale dei dati relativi alle diverse tematiche analizzate hanno reso necessario l'utilizzo di due distinte metodologie di analisi, sia in riferimento alla reperibilità dei dati bibliografici esistenti, sia riguardo le metodologie di rilievo ed il successivo sviluppo delle osservazioni effettuate in situ dallo scrivente.

In riferimento all'assetto geomorfologico del territorio in esame, lo studio si è sviluppato attraverso l'analisi della cartografia topografica, tanto recente quanto storica, e dei rilevamenti aerofotogrammetrici disponibili per l'intero territorio provinciale, cui è seguita una fase di verifica e controllo in campagna di quanto emerso dall'analisi suddetta.

Questa metodologia, caratterizzata dall'alternanza di fasi di studio bibliografico e fasi di verifica e rielaborazione in situ, consente il miglior approccio possibile per giungere alla conoscenza dell'assetto attuale del territorio, necessaria per lo sviluppo di qualsiasi attività di programmazione in armonia con le caratteristiche evolutive del paesaggio.

Lo studio dell'assetto geologico del territorio comunale è stato basato sia sulle conoscenze dirette, sia sulla bibliografia esistente, in particolare sulla cartografia geologica ufficiale (Fg. 60 “Piacenza” e Fg. 61 “Cremona”), adattata, sulla base del rilievo diretto e delle conoscenze acquisite, alla scala cartografica utilizzata per l'intervento urbanistico; la resa di questo tematismo è stata effettuata seguendo la metodologia sopra illustrata.

2.2 – ASPETTI GEOLOGICI

2.2.1 – LINEAMENTI GEOLOGICO – STRUTTURALI GENERALI

Dal punto di vista strettamente geologico, la Pianura Padana costituisce l'area bacinale settentrionale dell'Avanfossa Appenninica o Padano – Adriatica, che inizia a svilupparsi nel corso del Miocene superiore in posizione esterna rispetto alla catena appenninica in formazione.

Il Bacino Padano costituiva un grande golfo marino che si ridusse progressivamente nel corso del periodo Terziario a causa di fenomeni compressivi legati alle fasi orogenetiche appenniniche ed alpine.

Le indagini esplorative del sottosuolo padano, eseguite per la ricerca di idrocarburi a partire dagli anni Venti, ed in particolare l'interpretazione dei rilievi sismici a riflessione tarati biostratigraficamente in bacino, supportati anche da rilievi geomagnetici e gravimetrici, hanno permesso di ricostruire in modo dettagliato l'andamento delle successioni terrigene terziarie, caratterizzate da strutture compressive costituite da tre grandi archi formate da fasce di pieghe asimmetriche sovrascorse verso NE ed imbricate fra loro, che nel loro complesso costituiscono il "*Fronte Appenninico sepolto*". Queste formazioni sedimentarie, costituite essenzialmente da sedimenti torbiditici terrigeni provenienti dall'erosione delle catene alpina ed appenninica, hanno progressivamente riempito le depressioni che si allungavano al margine del Fronte Appenninico in avanzamento.

Nel corso del Pliocene e del Quaternario, l'intensa opera di erosione, trasporto e deposizione operata dai corsi d'acqua provenienti dalle catene alpina ed appenninica ha determinato il colmamento del Bacino Padano, ricoprendo con spessori dell'ordine delle centinaia di metri, favoriti anche da importanti fenomeni di subsidenza, il substrato Terziario ed i fronti delle catene appenninica e sudalpina, che collidono nel sottosuolo della Pianura Padana con vergenza opposta.

La presenza di queste strutture compressive sepolte, il cui andamento risulta essere determinante nei confronti dell'assetto morfologico – idrografico del territorio, è riconoscibile nella zona centrale della pianura ed in territorio cremonese.

Tra le principali strutture che interessano il territorio provinciale si ricordano qui la sinclinale di Crema, l'asse strutturale a direzione E-O Corneliano – Bordolano, in cui alle anticlinali di Ripalta e Bordolano sud-vergenti si contrappongono quelle nord-

vergenti di Corneliano, Caviaga e Soresina, e l'anticlinale di Piadena, appartenente al margine appenninico e caratterizzata da sovrascorrimenti verso NE.

La transizione tra l'ambiente marino e quello continentale, sviluppatasi in modo graduale da O verso E, è stata notevolmente influenzata dalle variazioni climatiche legate alle grandi glaciazioni pleistoceniche e dalle conseguenti oscillazioni eustatiche del livello del mare, la cui diminuzione globale ed il coincidente aumento degli apporti detritici da parte della rete idrografica ha portato al raggiungimento della configurazione attuale.

2.2.2 – FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI

Il territorio della Provincia di Cremona è caratterizzato dalla presenza superficiale di depositi alluvionali continentali di origine fluvio-glaciale e fluviale attribuibili al Quaternario, la cui potenza è dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Questi depositi sono strettamente connessi ai processi di erosione, trasporto e deposizione caratteristici della dinamica fluviale che si è sviluppata ed evoluta dando luogo ad una complessa struttura sedimentaria caratterizzata da variazioni litologiche, tanto verticali quanto orizzontali, estremamente frequenti.

Il territorio comunale di Spinadesco rappresenta un tipico ambiente dominato dalla morfologia fluviale, nell'ambito del quale le divagazioni antiche ed attuali del Po hanno determinato un paesaggio in continua evoluzione; la presenza di superfici terrazzate delimitate da evidenti scarpate morfologiche ne sono la chiara testimonianza.

La porzione settentrionale del comune di Spinadesco è caratterizzata dai più antichi depositi pleistocenici che costituiscono il "*Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.)*" o "*Piano Generale Terrazzato (P.G.T.)*".

Nell'ambito del quadro generale sopra delineato, vengono di seguito descritte le formazioni geologiche affioranti nell'area, dalla più antica alla più recente.

fg^W – fluviale Würm (Pleistocene superiore): questa formazione, che rappresenta il Livello Fondamentale della Pianura, è costituita da sedimenti di origine fluviale e fluvio-glaciale a granulometria decrescente da N a S, con netta prevalenza nell'ambito in esame di depositi sabbiosi e sabbioso-argillosi, talora con lenti ghiaiose a ciottoli minuti.

Il suolo presenta un colore generalmente brunastro, talora con colorazioni rossastre dovute al rimaneggiamento di paleosuoli più antichi preesistenti delle aree situate più a monte. Gli aspetti pedologici fondamentali verranno trattati nel Par. 2.6.

a² – Alluvioni medio-recenti (Olocene medio): questi depositi costituiscono il terrazzo più basso lungo il corso d'acqua, generalmente sopraelevati di alcuni metri rispetto all'alveo di morbida e protetti da arginature secondarie. La natura litologica di questi depositi è molto variabile in relazione all'ambiente deposizionale ed alle caratteristiche prevalenti del corso d'acqua; si può infatti passare da sabbie ad ampio spettro granulometrico ai limi e alle argille, con prevalenza di sabbie negli ambiti caratterizzati da correnti fluviali a maggior energia trattiva, e dei termini granulometrici fini particolarmente negli ambiti distali, dove le correnti fluviali manifestano condizioni di minore velocità. Entro queste aree i ripiani alluvionali si presentano generalmente fissati e coltivati, anche se risultano tuttora soggetti ad esondazione nel corso delle piene accentuate. In superficie lo strato umifero risulta essere molto sottile e privo di tracce di pedogenesi.

a³ – Alluvioni attuali (Olocene superiore): appartengono a questa formazione i depositi delle fasce limitrofe al corso d'acqua o quelle di più recente abbandono e gli alvei medesimi. Si tratta di depositi, in genere sabbiosi o sabbioso-limosi, di più recente colmamento, posti a quote pressoché coincidenti con quelle del fiume in regime di morbida o delle isole fluviali; sono normalmente soggetti al rimaneggiamento continuo da parte delle correnti fluviali che ne possono alterare l'assetto planimetrico e morfologico. In corrispondenza degli alvei abbandonati, le sabbie più o meno limose possono lasciare il posto ad argille limose e/o sabbiose in fitte alternanze; non sono infrequenti anche livelli più o meno consistenti di materiali a componente organica di origine vegetale di ambiente palustre.

2.3 – ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale di Spinadesco è fortemente influenzato dalla presenza del fiume Po, che ne ha plasmato l'attuale assetto.

L'elemento morfologico più evidente è costituito dalla scarpata principale localizzata in corrispondenza dell'abitato di Spinadesco, con altezza generalmente compresa fra 3 e 8 m, che lungo il confine occidentale del territorio comunale assume direzione N-S. Il

dislivello di questa scarpata è costante e pari a 8 m lungo il tratto meridionale della stessa, coincidente con il passaggio alla valle alluvionale del Po, mentre l'allineamento occidentale presenta un dislivello che diminuisce da S verso N.

Le unità alluvionali che caratterizzano la porzione meridionale del territorio comunale costituiscono il terrazzo più basso rispetto al fiume, con quote di campagna di pochi metri superiori a quella delle acque del Po in regime di morbida e, dove non sono intervenute manomissioni antropiche, sempre inferiori a 40 m s.l.m..

La scarpata morfologica che raccorda il Livello Fondamentale della Pianura con la valle del Po presenta, per la quasi totalità della valle del Po, un tipico andamento planoaltimetrico a festoni, che riproduce l'impronta planimetrica dei meandri fluviali; nel settore in esame, tuttavia, tale andamento non risulta rilevabile, in quanto la scarpata risulta essere stata soggetta ad interventi antropici susseguitisi nel corso del tempo, che ne hanno modificato l'originario assetto morfologico e ne hanno determinato una sostanziale rettificazione.

Il centro abitato di Spinadesco, ubicato a quote assolute comprese tra 46 m e 49 m s.l.m., si è sviluppato, secondo una tipologia comune ai nuclei abitativi insediati presso scarpate morfologiche, lungo il margine superiore di tale importante elemento morfologico.

In questo tratto, la scarpata morfologica originale è stata smussata nel tempo dall'intervento antropico, per cui non è sempre evidente il netto rigetto verticale che caratterizza la scarpata stessa nella suddetta porzione occidentale del territorio comunale. L'orlo della scarpata morfologica può essere comunque tracciato all'incirca in corrispondenza dell'asse viario (via Roma) che attraversa trasversalmente il centro abitato, come rappresentato in cartografia, con un rigetto verticale generalmente inferiore a 3 m.

Per quanto riguarda le scarpate secondarie di origine naturale, esse possono essere rilevate nei pressi di C.na Baracchino, sia ai margini della sponda in erosione del fiume Po sia a S della cascina, nonché a SE dell'abitato di Spinadesco.

Nell'ambito dei terreni di età würmiana, si rileva a NO di Spinadesco la presenza di scarpate secondarie che delimitano una depressione valliva che testimonia l'originaria presenza di un corso d'acqua la cui portata era decisamente superiore a quella della

Roggia o Colatore Bicinengo, attualmente impostata al suo interno. Dalle interpretazioni più recenti, emerge che tale struttura rappresenta la testimonianza fossile dell'apparato vallivo dello scaricatore più occidentale della Valle dei Navigli (quello orientale è costituito dal Colatore Morbasco), che consentiva il raccordo tra le acque residue della suddetta Valle dei Navigli e l'alveo del Po.

Per definire con maggiore dettaglio la morfologia del territorio comunale, si è ritenuto opportuno realizzare le curve isoipse rappresentate in Tav. 2; queste, unendo i punti del terreno che presentano la medesima quota rispetto al livello del mare, offrono una rappresentazione adeguata della superficie topografica.

Per la realizzazione delle isoipse, rappresentate con un'equidistanza di 1,00 m, sono state utilizzate le quote derivanti dal Data Base Topografico del territorio comunale di Spinadesco, integrate con le quote altimetriche presenti sulla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) relative al piano campagna, escludendo tutti i punti quotati riferiti ad opere antropiche (strade, edifici, rilevati,...) che risultano per tale scopo scarsamente attendibili.

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

Data la complessità dell'area in esame e la presenza di importanti variazioni altimetriche lungo le scarpate morfologiche principali, il tracciamento delle curve isoipse si è reso possibile mediante la suddivisione del territorio in settori posti a differenti livelli altimetrici.

Dall'analisi dell'andamento planoaltimetrico del territorio, evidenziato dalle curve isoipse realizzate, possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- Terrazzo alluvionale Würmiano: nella porzione centro-occidentale del settore settentrionale del territorio comunale la superficie topografica presenta una blanda pendenza sia in direzione NO-SE sia, in corrispondenza del centro abitato di Spinadesco, in direzione N-S, con isoipse all'incirca parallele alla scarpata morfologica, mentre nell'estrema porzione NO la superficie degrada verso SO sino

all'orlo del terrazzo; le quote variano da 52,00 m s.l.m. nella zona più settentrionale sino a 46,00 m s.l.m. nella fascia meridionale del ripiano terrazzato. Ad est della depressione morfologica in cui si imposta il tracciato del Colatore Bicinengo, la morfologia è pianeggiante, con quote generalmente comprese tra 48,00 m e 47,00 m s.l.m..

- Valle alluvionale: la complessità morfologica del territorio che caratterizza la valle alluvionale del fiume Po è evidenziata dall'andamento delle isoipse, che mostrano un'alternanza di aree con pendenze più o meno accentuate, in prossimità dell'alveo attuale e del paleoalveo del Po, delle barre di meandro ed ai piedi della scarpata morfologica principale, e di porzioni di territorio con pendenze molto lievi e presenza di aree debolmente depresse e/o rilevate. Le quote variano da un massimo di 42,00 m s.l.m. in prossimità della base del terrazzo morfologico ad un minimo di circa 31,00 m s.l.m. in corrispondenza dell'ansa di meandro del Po a nord di Isola Mezzadra.

Nel vasto territorio golenale posto a S della scarpata principale si rileva la presenza di opere di difesa idraulica contro le esondazioni, costituite da arginature principali (argine maestro) e secondarie (argini golenali), che rappresentano anche una testimonianza della dinamica evolutiva del fiume Po.

L'argine maestro, che presenta una quota sommitale compresa tra 44 e 45 m s.l.m., nella porzione più occidentale del territorio comunale segue a breve distanza la sponda sinistra del Po, marcando la separazione tra la golena aperta e la golena chiusa, compresa tra l'argine maestro e la scarpata morfologica principale.

In tutto l'ambito individuato come golena chiusa sono presenti argini secondari che dividono il territorio in diversi settori, ove spesso risultano presenti insediamenti agricoli.

La dinamica fluviale che ha determinato l'assetto morfologico del territorio in esame è testimoniata da tracce relitte di paleoalvei e/o corsi d'acqua estinti.

Queste tracce sono rilevabili a NNO del centro abitato di Spinadesco ed immediatamente a S del Canale Navigabile; l'origine di tali paleoalvei fluviali è confermata dalla presenza del Colatore Bicinengo e del Colatore Riglio, tuttavia mentre l'ambito occupato da quest'ultimo sembra legato alle divagazioni del Po, il primo è impostato all'interno di una valle morta e risulta sottodimensionato rispetto alla stessa.

Il territorio posto a S dell'argine maestro rappresenta l'ambito in cui risultano particolarmente evidenti le variazioni intervenute nelle strutture morfologiche.

Una testimonianza della dinamica del Po, in grado di determinare massicce trasformazioni territoriali, è costituita dal taglio naturale di meandro di Isola Mezzadra, il quale, unitamente al taglio artificiale di meandro effettuato in concomitanza con la realizzazione della centrale di Isola Serafini, ha isolato il territorio costituito dalle due isole, Serafini e Mezzadra, trasformandole in una sorta di grande isola interfluviale, come descritto nel precedente capitolo.

2.4 – ASPETTI LITOLOGICI

L'elaborato a cui si fa riferimento in questo capitolo riassume graficamente i dati relativi all'estensione ed alla natura litologica delle principali litozone subsuperficiali estese ad occupare l'intero territorio comunale e che si sviluppano al di sotto dello strato pedologico di copertura sino alla profondità di circa m. 2,00 da p.c..

La caratterizzazione litologica degli orizzonti subsuperficiali è stata realizzata utilizzando prevalentemente le informazioni desunte dalla banca dati regionale relativa alle basi informative ambientali della pianura (banca dati della Litologia), integrata dai dati emersi da indagini geognostiche realizzate all'interno del territorio comunale, che hanno permesso di caratterizzare anche il livello più superficiale del sottosuolo.

Come rappresentato in Tav. 2, i terreni superficiali sono caratterizzati in prevalenza da depositi sabbiosi, con presenza più o meno rilevante di limo e/o ghiaia; in generale, è possibile riconoscere tre litozone prevalenti, come di seguito descritto.

2.4.1 – TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSI

Definiscono fondamentalmente i materiali alluvionali di più recente deposizione costituenti la valle attiva del fiume Po. Si trovano ai margini del corso d'acqua e sono costituiti prevalentemente da sabbie poligeniche e polimetriche variamente intercalate a lenti e/o strati limosi e limoso-sabbiosi che evidenziano la dinamica evolutiva dell'asta fluviale come risultato di repentini spostamenti dell'alveo.

Il risultato di detta dinamica, dovuta all'azione delle correnti fluviali nelle situazioni di maggiore o minore energia trattiva, che si manifesta attraverso le alterne fasi di erosione e deposito, risulta piuttosto chiaramente definita dalla lettura degli aspetti litostratigrafici rilevati all'interno del territorio in esame.

Una prima indicazione, sebbene a vasta scala, della struttura litostratigrafica dei terreni in oggetto può essere dedotta dalle stratigrafie dei pozzi localizzati in corrispondenza dei maggiori centri abitati della zona (Castelvetro Piacentino, Monticelli d'Ongina, Spinadesco); questi evidenziano una notevole prevalenza dei litotipi sabbiosi, con presenza di ghiaietto, entro la profondità di qualche decina di metri dal piano campagna, e di strati di copertura argillosi e/o argilloso-limosi.

2.4.2 – TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSO-LIMOSI

Presenti entro la fascia marginale della valle alluvionale del Po, sono depositi costituiti in larga prevalenza da sabbie ad ampio spettro granulometrico contenenti una frazione limosa in percentuale molto variabile, solo talvolta prevalente.

Lo strato superficiale, a modesta componente organica, non è quasi mai fortemente caratterizzato, ed il discreto grado di permeabilità assicura, nella quasi totalità dell'area, un efficace drenaggio e la quasi totale assenza di ristagni in superficie anche in periodi di accentuata piovosità. Ove non soggette ad opere di urbanizzazione, entro questa zona vengono efficacemente praticate ovunque le coltivazioni agricole.

2.4.3 – TERRENI PREVALENTEMENTE ARGILLOSO – TORBOSI

Si rilevano in corrispondenza delle alluvioni depositate nelle aree distali rispetto all'asta fluviale del fiume Po, in prossimità del piede della scarpata morfologica principale, ambiente di scarsa energia trattiva che ha favorito il progressivo deposito di materiali a granulometria fine.

I depositi limoso-argillosi di questa zona presentano un drenaggio piuttosto lento.

2.5 – ATTIVITÀ ESTRATTIVE

Agli aspetti litologici più superficiali del territorio in esame, possono essere strettamente legate le finalità economiche relative allo sfruttamento dei materiali.

La situazione litostratigrafica evidenziata nel territorio in esame presenta frequentemente una caratteristica copertura di materiali fini limoso-argillosi poggianti su sabbie di buona qualità da un punto di vista mineralogico e spesso prive di frazioni fini, che le rendono apprezzabili da un punto di vista giacimentologico.

Si tratta in genere di situazioni che hanno visto fin dai tempi remoti lo sfruttamento degli strati più superficiali per la produzione di laterizi in genere. La coltivazione di queste aree avveniva nel passato limitando lo sfruttamento allo strato superficiale di potenza anche inferiore ad un metro, consentendo anche, ad estrazione avvenuta, la prosecuzione dello sfruttamento delle superfici a fini agrari; col tempo, una maggiore meccanizzazione dell'industria estrattiva ha consentito lo sfruttamento di strati più potenti e profondi, escludendo la possibilità di ulteriore sfruttamento successivo delle superfici coinvolte. In alcuni casi, successivamente all'escavazione della coltre argillosa superficiale, si è proseguita l'attività attraverso l'estrazione di sabbia a profondità variabile in funzione delle finalità di sfruttamento.

Nel territorio comunale si hanno alcuni esempi di tale metodologia di sfruttamento sia nelle aree di golena che in quelle esterne alla stessa; in questo secondo caso, si rileva una vasta area di sfruttamento ad est di Cascina Caselli e a nord-ovest del centro abitato di Spinadesco.

In alcuni casi, si è indirizzata l'attività estrattiva dei materiali argillosi costituenti la coltre più superficiale fino alla profondità di circa m. 3,00 dal p.c., al duplice scopo dell'approvvigionamento di argille da laterizi e della formazione, con contemporanea rivitalizzazione, di alcuni lembi residui di zone umide in avanzato stato di interrimento. In questi casi, il recupero delle aree è strettamente legato alla rinaturalizzazione del tipico paesaggio perifluviale a fini esclusivamente naturalistici.

Nell'ambito della golena del Po, in corrispondenza di alvei abbandonati dal fiume, in località Isola Mezzadra, si segnala la presenza di attività estrattive di sabbia e ghiaia, in corrispondenza dell'ATEg19 previsto nel vigente Piano Cave provinciale, distinto in Zona A e Zona B.

La Zona A è costituita da una cava a fossa sopra falda per la quale sono esauriti i quantitativi previsti dal Piano Cave, ed oggetto di reiterati interventi di ripristino ambientale.

La Zona B è costituita da una cava a fossa sotto falda in comunicazione diretta con il ramo del Po di Isola Serafini, per la quale l'attività estrattiva risulta attualmente interrotta.

2.6 – ASPETTI PEDOLOGICI (TAV. 2a)

2.6.1 – PREMESSA

La conoscenza dei caratteri pedologici delle aree di pianura a preminente vocazione agricola assume particolare rilevanza nell'ambito di una pianificazione territoriale a scala sovracomunale che pone tra gli obiettivi principali la valorizzazione dell'ambiente e del paesaggio in armonia con la costante crescita delle attività umane, nel quadro del processo di sviluppo che ha assunto negli ultimi anni un ruolo di assoluta priorità nella programmazione eco-sostenibile mondiale.

Il suolo può essere definito come un corpo complesso per il quale la genesi e l'evoluzione sono il risultato di una serie di fattori, compresi e sintetizzati nel termine "pedogenesi", che con la loro azione ne determinano la formazione; tra i principali agenti pedogenetici possono essere annoverati il clima, il tipo di substrato, la morfologia, l'attività biologica, l'attività antropica ed il tempo.

Un ruolo di primo piano nello studio dei suoli del territorio regionale è stato svolto dalla Regione Lombardia, in collaborazione con le province lombarde, attraverso le strutture dell'ERSAF (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia), ora denominato ERSAL (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste).

Per la descrizione dei suoli e dei pedopaesaggi rilevati sul territorio comunale si è fatto riferimento, come consigliato dalle direttive di attuazione della L.R. 12/2005, alla documentazione prodotta dagli Enti citati nell'ambito del "Progetto Carta Pedologica", iniziato intorno alla metà degli anni '80 ed esteso alle zone di pianura e pedecollinari del territorio regionale.

In particolare, nel presente studio si è fatto riferimento alla classificazione pedologica presentata nel CD-ROM *“Base Informativa Suoli – Carta Pedologica – Territorio della Provincia di Cremona”*, edito a scala di semidettaglio (scala 1: 50.000) nell’ottobre 2003, integrata utilizzando dati desunti da precedenti studi di maggiore dettaglio (ERSAL – *“Progetto Carta Pedologica: i suoli della Pianura Cremonese Centrale”*; scala 1: 50.000) e dalla banca dati del Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) regionale.

2.6.2 – DESCRIZIONE DELLE UNITÀ CARTOGRAFICHE

I pedopaesaggi della pianura lombarda si suddividono in Sistemi, Sottosistemi ed Unità di Paesaggio, a loro volta distinte in *“Unità Cartografiche”* (U.C.), superfici omogenee per geomorfologia, fisiografia, litologia e condizioni interne del suolo; nella cartografia pedologica prodotta, frutto di tre distinte fasi di lavoro (rilievo di campagna, analisi di laboratorio, fotointerpretazione), il territorio regionale è stato suddiviso in numerose Unità Cartografiche.

Nel presente studio, per ogni Unità Cartografica vengono riportati i caratteri principali, sintetizzati peraltro in Tav. 2a, quali i principali caratteri stazionali e pedologici e le interpretazioni da essi derivate; per ogni U. C., inoltre, vengono evidenziate la localizzazione, le indicazioni morfologiche, i caratteri del substrato, la profondità utile, la tessitura, il drenaggio, la capacità protettiva nei confronti delle acque profonde e superficiali, la permeabilità, l’attitudine allo spandimento agronomico di liquami e di fanghi di depurazione urbana, il valore naturalistico e la capacità d’uso del suolo.

Il territorio del Comune di Spinadesco è compreso nell’area denominata *“Pianura Cremonese Centrale”*, situata nella parte centrale della Provincia di Cremona; al suo interno sono state individuate 8 Unità di Paesaggio, riconducibili a 3 sottosistemi e 2 sistemi.

SISTEMA L: piana fluvioglaciale e fluviale costituente il Livello Fondamentale della Pianura formatasi per colmamento alluvionale durante l’ultima glaciazione (Würm).

SOTTOSISTEMA LF: porzione meridionale di pianura caratterizzata da aree sufficientemente stabili per la presenza di un'idrografia organizzata di tipo meandriforme; è costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini, privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel sottosuolo ("bassa pianura sabbiosa").

U.d.P. LF1: dossi isolati al centro della pianura a debole convessità ed ampio raggio di curvatura, spesso dolcemente raccordati con la superficie modale per l'assenza di significative incisioni operate da corsi d'acqua attivi o fossili.

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

SISTEMA V: valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, rappresentanti il reticolato idrografico olocenico.

SOTTOSISTEMA VT: superfici terrazzate costituite da "alluvioni antiche o medie", delimitate da scarpate d'erosione, e variamente rilevate sulle piane alluvionali (Olocene antico).

U.d.P. VT1: terrazzi fluviali stabili, delimitati da scarpate erosive evidenti, a morfologia pianeggiante o ondulata, comprendenti antiche linee di drenaggio (paleoalvei) lievemente ribassate ed affrancate dall'idromorfia.

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

SOTTOSISTEMA VA: piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti o attuali (Olocene recente ed attuale).

U.d.P. VA3: superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate (dossi) e quelle più depresse (conche).

U.d.P. VA5: “golene protette” da arginature artificiali, inondabili durante gli eventi di piena straordinaria, caratteristiche delle sole piane alluvionali di tracimazione e meandriiformi.

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

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

Per ogni Unità di Paesaggio, come riportato nella tabella in Tav. 2a, sono state prese in considerazione le seguenti caratteristiche principali:

1. Unità di paesaggio di appartenenza;
2. Denominazione secondo la “Soil Taxonomy 1998”;
3. Profondità del suolo;
4. Tessitura, ossia la composizione percentuale degli elementi costituenti la terra fine;
5. Drenaggio, ossia la capacità di smaltimento delle acque superficiali;
6. Permeabilità, funzione della granulometria e dei vuoti intergranulari;
7. Capacità protettiva del suolo, rispettivamente nei confronti delle acque profonde e delle acque superficiali, in relazione alla capacità del suolo di opporsi all’infiltrazione in profondità di eventuali sostanze contaminanti idroveicolate ed allo scorrimento superficiale di acque contenenti sostanze nocive per l’ambiente;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana, in base alle caratteristiche interne ed esterne del suolo ed in relazione al rischio di inquinamento per le acque superficiali e profonde;
9. Valore naturalistico del paesaggio;

10. Classi e sottoclassi d'uso, definite in base al numero, al tipo ed alla gravità delle limitazioni fisiche.

UNITÀ CARTOGRAFICA A

1. Unità di paesaggio: VA7;
2. Denominazione: ALE1-ONA1;
3. Profondità del suolo: moderatamente profondo;
4. Tessitura: da moderatamente grossolana a grossolana;
5. Drenaggio: lento o molto lento
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: moderata (ALE1) o elevata (ONA1);
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: moderatamente adatti allo spandimento dei reflui zootecnici, poco adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: moderato;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 3 ws – suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo e all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA B

1. Unità di paesaggio: LF2;
2. Denominazione: CAG2/SRS2/NUA3;
3. Profondità del suolo: da moderatamente profondi a molto profondi;
4. Tessitura: media;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderatamente bassa;
7. Capacità protettiva del suolo: elevata nei confronti delle acque profonde, mediocre nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: suoli adatti senza limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, adatti con lievi o moderate limitazioni per lo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;

10. Classi e sottoclassi d'uso: 2 w / 3 s – suoli che presentano moderate limitazioni, legate all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, che richiedono una scelta opportuna delle colture e/o moderate pratiche conservative / suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA C

1. Unità di paesaggio: VA7;
2. Denominazione: CNI1;
3. Profondità del suolo: moderatamente profondo limitato dalla falda;
4. Tessitura: moderatamente grossolana;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderatamente bassa;
7. Capacità protettiva del suolo: mediocre sia nei confronti delle acque profonde che di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità cartografica sono adatti con lievi limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici, mentre risultano inadatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 3 w – suoli che presentano severe limitazioni, a causa dell'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA D

1. Unità di paesaggio: VA3;
2. Denominazione: GIA1;
3. Profondità del suolo: molto profondo;
4. Tessitura: media;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: mediocre nei confronti delle acque sotterranee, elevata nei confronti di quelle superficiali;

8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre sono adatti con moderate limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 3 s – suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA E

1. Unità di paesaggio: VA6;
2. Denominazione: ISN1;
3. Profondità del suolo: molto profondo;
4. Tessitura: grossolana o moderatamente grossolana;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: mediocre nei confronti delle acque sotterranee, bassa nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità risultano essere adatti con moderate limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre risultano essere inadatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 4 w – suoli che presentano limitazioni molto severe, legate all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

UNITÀ CARTOGRAFICA F

1. Unità di paesaggio: VA6;
2. Denominazione: ISN1/GER1;
3. Profondità del suolo: profondo – molto profondo;
4. Tessitura: grossolana o moderatamente grossolana;
5. Drenaggio: mediocre o buono;
6. Permeabilità: moderata – elevata;

7. Capacità protettiva del suolo: mediocre-buona nei confronti delle acque sotterranee, buona nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità risultano essere adatti con moderate limitazione allo spandimento dei reflui zootecnici, mentre risultano essere inadatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 4 w – suoli che presentano limitazioni molto severe, legate all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

UNITÀ CARTOGRAFICA G

1. Unità di paesaggio: VA3;
2. Denominazione: LEM1;
3. Profondità del suolo: molto profondo o profondo;
4. Tessitura: media;
5. Drenaggio: lento;
6. Permeabilità: moderatamente bassa;
7. Capacità protettiva del suolo: mediocre sia nei confronti delle acque sotterranee, che nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi limitazioni, legate al drenaggio lento, allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre sono adatti con moderate limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classi e sottoclassi d'uso: 3 w – suoli che presentano severe limitazioni, dovute all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA H

1. Unità di paesaggio: LF1;
2. Denominazione: LRS1/PSG2;
3. Profondità del suolo: molto profondo;
4. Tessitura: grossolana;

5. Drenaggio: moderatamente rapido o rapido;
6. Permeabilità: elevata o moderatamente elevata;
7. Capacità protettiva del suolo: bassa nei confronti delle acque sotterranee, elevata nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi/moderate limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre risultano essere inadatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classe e sottoclasse d'uso: 3 s - suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA I

1. Unità di paesaggio: VA3;
2. Denominazione: OLZ1;
3. Profondità del suolo: molto profondo;
4. Tessitura: media;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderatamente bassa;
7. Capacità protettiva del suolo: elevata nei confronti delle acque sotterranee, mediocre nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti senza limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre risultano essere adatti con moderate limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classe e sottoclasse d'uso: 3 s - suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA L

1. Unità di paesaggio: VT1;
2. Denominazione: PGO3;

3. Profondità del suolo: profondo o moderatamente profondo;
4. Tessitura: moderatamente grossolana;
5. Drenaggio: mediocre;
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: elevata nei confronti delle acque sotterranee, mediocre nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti senza limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici e risultano essere adatti con lievi limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classe e sottoclasse d'uso: 2 w – suoli che presentano moderate limitazioni, dovute all'abbondante presenza di acqua entro il profilo, che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA M

1. Unità di paesaggio: VT1;
2. Denominazione: PSG4;
3. Profondità del suolo: molto profondo;
4. Tessitura: moderatamente grossolana entro il primo metro e grossolana al di sotto;
5. Drenaggio: moderatamente rapido o buono;
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: mediocre nei confronti delle acque sotterranee, elevata nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi limitazioni allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici, mentre risultano essere inadatti allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classe e sottoclasse d'uso: 2 s – suoli che presentano moderate limitazioni, dovute a caratteristiche negative del suolo, che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA N

1. Unità di paesaggio: VA5;
2. Denominazione: RMA1;
3. Profondità del suolo: poco profondo;
4. Tessitura: moderatamente grossolana in superficie e grossolana in profondità;
5. Drenaggio: moderatamente rapido;
6. Permeabilità: moderatamente elevata;
7. Capacità protettiva del suolo: bassa nei confronti delle acque sotterranee, elevata nei confronti di quelle superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici; risultano inoltre adatti con moderate limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;
10. Classe e sottoclasse d'uso: 3 s - suoli che presentano severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

UNITÀ CARTOGRAFICA O

1. Unità di paesaggio: VT2;
2. Denominazione: ZAP1;
3. Profondità del suolo: moderatamente profondi;
4. Tessitura: moderatamente grossolana;
5. Drenaggio: lento;
6. Permeabilità: moderata;
7. Capacità protettiva del suolo: bassa nei confronti delle acque sotterranee, mediocre nei confronti delle acque superficiali;
8. Attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione urbana: i suoli di questa unità sono adatti con lievi limitazioni, dovute al drenaggio lento, allo spandimento agronomico dei reflui zootecnici e sono adatti con lievi limitazioni allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana;
9. Valore naturalistico: basso;

10. Classe e sottoclasse d'uso: 3 w - suoli che presentano severe limitazioni, dovute all'abbondante presenza d'acqua entro il profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.

Bibliografia

CASTIGLIONI G.B. (1979) – “*Geomorfologia*” – UTET, TORINO.

DESIO A. (1973) – “*Geologia d'Italia*” – UTET, Torino.

ERSAL (2002) – CD ROM “*Basi Informative ambientali della pianura*” – Regione Lombardia.

ERSAL (1997) – “*Progetto Carta Pedologica: paesaggi e suoli della provincia di Cremona*” – Provincia di Cremona.

ERSAL (2002) – “*Progetto Carta Pedologica: i suoli della Pianura Cremonese Centrale*” – Provincia di Cremona – Regione Lombardia.

ERSAF (2003) – CD ROM “*Base Informativa Suoli – Carta Pedologica – Territorio della Provincia di Cremona*” – Regione Lombardia.

ERSAF (2004) – “*Progetto Carta Pedologica: suoli e paesaggi della provincia di Cremona*” – Regione Lombardia.

PETRUCCI F. E TAGLIAVINI S. (1969) – “*Note illustrative alla carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 61 Cremona*” – Poligrafica e Cartevalori – Ercolano (NA).

RICCI LUCCHI F. (1978) – “*Sedimentologia – Parte III – Ambienti Sedimentari e Facies*”, Clueb 1978.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1966) – “*Carta Geologica d'Italia – Foglio 61 “Cremona” alla scala 1:100.000*”, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato – Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) – “*Carta Geologica d'Italia – Foglio 60 “Piacenza” alla scala 1:100.000*”, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato – Roma.

REGIONE LOMBARDIA – “*Sistema Informativo Territoriale*” – Portale dell'Informazione Territoriale.

3 – CARTA IDROGEOLOGICA CON ELEMENTI IDROGRAFICI (TAV. 3) E CARTA GEOMORFOLOGICA DELLE TENDENZE EVOLUTIVE IN ATTO DEL FIUME PO (TAV. 3a)

3.1 – PREMESSA

Nel corso della redazione del presente studio, è stato ritenuto opportuno sintetizzare su un unico elaborato cartografico tanto gli aspetti relativi all'idrografia di superficie, quanto quelli legati all'idrogeologia del territorio esaminato.

Le indagini di campagna e le rielaborazioni originali sono state precedute da un'accurata ricerca bibliografica, mirata sia all'identificazione dei principali elementi costituenti l'idrografia di superficie, sia al reperimento delle stratigrafie di pozzi pubblici, (All. 3a) e di alcuni pozzi privati (All. 3b).

Al riguardo si ritiene utile precisare che nel reperimento di elementi litostratigrafici certi non è stato possibile far riferimento, ad eccezione di casi sporadici, ad elementi derivanti dai numerosi pozzi privati presenti in territorio comunale, non essendo questi ultimi corredati da dati analitici, ad eccezione di quelli relativi alla proprietà, all'identificazione catastale, al diametro della colonna di emungimento, alla profondità della struttura filtrante ed alla tipologia dell'utilizzo. L'elenco dei pozzi privati denunciati presso il Comune, ubicati in Tav. 3, viene fornito in All. 3b.

La struttura idrogeologica dell'ambito vasto in cui si inserisce il Comune di Spinadesco è stata descritta con l'ausilio di due sezioni a valenza litostratigrafica ed idrogeologica, tracciate secondo le direzioni N-S (sezione A-A') ed O-E (sezione B-B').

Le interpretazioni fornite attraverso le due sezioni possono essere ritenute attendibili, in quanto basate sull'utilizzo di colonne litostratigrafiche dettagliate e precise derivanti quasi esclusivamente da pozzi pubblici, sia localizzati entro i confini comunali sia esterni agli stessi.

In relazione al particolare scopo del presente lavoro si è ritenuto opportuno eseguire un'indagine di dettaglio sugli andamenti e sulla consistenza della falda freatica, con l'obiettivo di valutare le possibili interferenze tra falda freatica ed opere di fondazione e/o scavi necessari alla realizzazione di infrastrutture.

3.2 – ASPETTI IDROGEOLOGICI

3.2.1 – MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELLA RETE PIEZOMETRICA

Per la realizzazione della carta delle isofreatiche, ci si è esclusivamente basati sull'acquisizione dei dati di soggiacenza della falda freatica rilevati in corrispondenza di opportuni punti di misura del livello freatico. Questi ultimi coincidono sia con pozzi privati poco profondi, aventi come unica fonte di approvvigionamento la falda freatica, sia con terebrazioni appositamente attrezzate per gli scopi prefissati, realizzate nell'ambito del presente studio in aree ove la scarsità o la totale mancanza di dati avrebbe portato inevitabilmente ad un risultato poco rappresentativo. Si precisa che la ricerca di pozzi, privati e non, dotati delle necessarie caratteristiche (esclusivo attingimento dal primo acquifero, testata del pozzo libera da flange o comunque in grado di consentire agevolmente le operazioni di lettura), anche se estesa all'intero ambito comunale, ha fatto rilevare fin dall'inizio l'estrema scarsità dei possibili punti di acquisizione aventi le caratteristiche prescritte: ciò è attribuibile in parte alla pressochè costante necessità di attingere cospicue quantità d'acqua, che indirizza necessariamente verso l'esecuzione di pozzi profondi e con colonne filtranti multifalda, in parte alle tipologie costruttive, che prevedono apparati di emungimento esterni anche per pozzi superficiali, tali da non consentire libero accesso alla bocca del pozzo.

Nell'ambito del territorio comunale non si sono reperite strutture idonee alla realizzazione di misure di soggiacenza.

Si è fatto pertanto riferimento ai dati di soggiacenza puntuali rilevati nel corso della realizzazione dello studio geologico di supporto al P.R.G. comunale (datato 2001), integrati opportunamente dai valori rilevati in corrispondenza di indagini geognostiche più recenti, derivanti dalla ricerca bibliografica, la cui localizzazione viene riportata nella Tav. 5 "*Carta geologico-tecnica*", effettuate sia all'interno del ripiano terrazzato del Livello Fondamentale della Pianura che all'interno della valle del fiume Po.

Per quanto concerne, inoltre, la parte di territorio compresa tra l'argine maestro e l'alveo del Po, l'estrema variabilità della soggiacenza della falda freatica, in relazione alle variazioni legate al regime idrometrico del corso d'acqua, nonché la totale assenza di punti di misura, rendono inutile l'espressione entro queste aree dei livelli freatici. Si

consideri, infatti, che tutte le aree di golena sono soggette alle periodiche esondazioni del corso d'acqua, e ciò giustifica e rende superflua tale definizione.

3.2.2 – RILEVAMENTO ED ANALISI DEI DATI

Sulla base valori di soggiacenza del livello freatico disponibili, sono state realizzate le curve isofreatiche rappresentate in Tav. 3, con una equidistanza di 1 m., che permettono di definire la quota della superficie freatica rispetto al livello del mare.

Tale rappresentazione si è resa possibile attraverso un'operazione automatica di "contouring", utilizzando valori puntuali di soggiacenza, effettuata mediante uno specifico software di modellazione, integrato da specifiche interpretazioni manuali necessarie per una resa il più realistica possibile della superficie piezometrica.

Dall'analisi delle curve isofreatiche si osserva che, in corrispondenza delle variazioni morfologiche degli orli di scarpata della valle fluviale, al passaggio al ripiano alluvionale würmiano, la superficie freatica subisce un abbassamento di entità proporzionale al dislivello della scarpata che lo determina.

Prendendo in considerazione il settore occidentale del territorio comunale, si rileva che l'andamento delle curve isofreatiche mostra l'evidente influenza esercitata dalla scarpata morfologica principale sul deflusso delle acque sotterranee.

Nella zona settentrionale relativa al terrazzo würmiano, a monte della scarpata principale, le curve presentano andamento sub-parallelo a quello della scarpata morfologica, della quale sottolineano la particolare situazione definita al margine occidentale del territorio comunale al confine con la valle morta del fiume Serio.

L'andamento delle direzioni di flusso nella porzione orientale del territorio comunale è prevalentemente N-S e NO-SE; è evidente l'azione drenante operata dal fiume Po, che attira verso il proprio asse fluviale le acque sotterranee della falda freatica, con le quali è in contatto idraulico.

Si sottolinea che l'elaborazione effettuata rappresenta solamente un'indicazione di massima della soggiacenza della falda freatica che circola nel primo acquifero, in quanto derivante da valori puntuali di soggiacenza distribuiti durante l'anno idrogeologico, influenzati da fattori meteorologici ed antropici.

In particolare, la soggiacenza della falda freatica all'interno dei territori limitrofi all'alveo del fiume Po è soggetta ad oscillazioni di notevole consistenza, in funzione del regime di magra o di piena del corso d'acqua stesso.

3.2.3 – SEZIONI IDROGEOLOGICHE

L'assetto idrostratigrafico del territorio in esame può essere analizzato attraverso l'interpretazione di sezioni litostratigrafiche presenti in letteratura, riportate in All. 3c, realizzate sulla base di stratigrafie di pozzi pubblici e privati.

Si individua la presenza di una successione di orizzonti permeabili ed impermeabili per uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri, cui corrisponde una successione di falde acquifere sovrapposte, compresa una falda a pelo libero: tali caratteristiche sono tipiche delle unità idrogeologiche appartenenti alla *“Serie idrogeologica della medio-bassa pianura”* della provincia cremonese, ciascuna delle quali raggruppa i terreni che presentano proprietà idrogeologiche omogenee.

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

Esaminando le sezioni sopraccitate, le cui tracce, rappresentate in Tav. 1, si dispongono lungo direzioni ortogonali (N-S, O-E), è possibile esprimere le seguenti considerazioni.

Sezione N-S

La sezione idrogeologica N-S è stata costruita sulla base delle stratigrafie di n°3 pozzi ad uso idropotabile. I pozzi utilizzati sono quelli di Paderno Ponchielli, Sesto Cremonese e Spinadesco. Vi si rileva, partendo dalla superficie, una prima litozona con un livello poroso permeabile di potenza m. 20÷30 poggiante su un potente strato

impermeabile che verso il quadrante meridionale tende ad alternarsi con livelli sabbiosi e/o sabbioso-ghiaiosi.

Tra m. 70 e m. 85 si rileva una seconda litozona caratterizzata da alternanze argilloso-sabbiose di spessori variabili, con acquiferi protetti di potenza compresa tra m. 10 e m. 25 circa, potenzialmente utilizzabili a fini idropotabili.

Sezione O-E

La sezione idrogeologica con direzione O-E è stata elaborata mediante l'interpolazione delle stratigrafie dei pozzi profondi ad uso idropotabile di Spinadesco e Cremona.

Appaiono in maniera ben evidente le variazioni indubbiamente favorevoli, dal punto di vista idrogeologico, apportate alla struttura dall'attività congiunta dei fiume Adda e Po, che determinano condizioni di elevata trasmissività e comunicazione tra gli acquiferi, che in tal modo non vengono delimitati da orizzonti di una certa continuità, bensì da lenti argillose di spessore non costante.

Pertanto, mentre al primo serbatoio, all'interno del quale circola la falda freatica superficiale libera e/o semi – confinata, può essere assegnata una trasmissività dell'ordine di $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, per i meno consistenti serbatoi acquiferi interposti tra le bancate argillose profonde si può rilevare un ordine di grandezza inferiore ($3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$), in funzione sia della frazione granulometrica prevalente che dello spessore dell'acquifero.

3.3 – ASPETTI IDROGRAFICI

3.3.1 – RETICOLO IDROGRAFICO

Il territorio di Spinadesco è caratterizzato dalla presenza del bacino idrografico del Po, che ne costituisce l'elemento idrografico principale.

L'evoluzione morfologica di questa area è legata alla migrazione continua del Po, in seguito anche alle blande deformazioni del piano campagna che l'evoluzione delle strutture del sottosuolo ha prodotto fino a tempi recenti, come di seguito più ampiamente descritto.

La porzione di territorio esterna alla zona golenale rientra nel Comprensorio di Bonifica ed Irrigazione n. 11 "Naviglio – Vacchelli", all'interno del quale l'omonimo Consorzio di Bonifica si occupa della gestione dei principali corsi d'acqua e delle opere di derivazione e bonifica.

I corsi d'acqua che caratterizzano il reticolo idrografico comunale presentano prevalentemente una funzione di bonifica, raccogliendo le acque in esubero sul territorio attraversato, attraverso una serie di colatori di ordine inferiore, e convogliando le stesse all'interno del fiume Po.

I corsi d'acqua principali vengono di seguito brevemente descritti.

Colatore o Roggia Bicinengo

Solca il ripiano fondamentale della pianura con direzione NNO-SSE nella parte settentrionale del territorio comunale, entrandovi da nord in corrispondenza della S.S. 234. Lateralmente al corso d'acqua, sono rilevabili scarpate morfologiche ad andamento a probabile rettificazione artificiale, che delimitano una valle apparentemente molto ampia se confrontata con le dimensioni attuali del corso d'acqua. Verso sud, all'altezza dei primi insediamenti abitativi del capoluogo, la valle di questo corso d'acqua risulta piuttosto incassata nei terreni del terrazzo würmiano, ma comunque sempre molto ampia e tale da trovare giustificazione delle proprie dimensioni solo nell'ipotesi che l'attuale corso d'acqua ricalchi il tracciato di un più antico ed imponente tracciato fluviale. Poco più a sud dell'allineamento corrispondente al cimitero, la valle subisce un notevole restringimento ed un contemporaneo approfondimento, dovuto all'approssimarsi della scarpata morfologica, che tende ad

imprimere alla corrente una notevole capacità erosiva, per contrastare la quale si sono successivamente realizzate nel tempo opere di difesa sia di fondo che lungo le scarpate laterali del corso d'acqua. A sud del centro abitato, scorre per un breve tratto in direzione E-O parallelamente al Canale Navigabile Milano-Cremona-Po, a sud del quale, dopo averlo attraversato con una botte a sifone, scarica le proprie acque nel Colatore Riglio.

Colatore o Roggia Riglio

Si presenta, nell'ambito del territorio comunale indagato, con tracciato completamente posto nella valle alluvionale del fiume Po, con andamento da ovest verso est, ed un percorso che ricalca, molto probabilmente, antichi alvei abbandonati del corso d'acqua principale. Il tracciato di tale corso d'acqua è attestato, a monte del territorio comunale, entro i terreni delle alluvioni antiche del paleoalveo del "Serio di Grumello", nell'ambito dei cui territori prende origine e dove costituisce l'asse principale di drenaggio di tale antica depressione. Nell'intero territorio comunale di Spinadesco il tracciato si presenta sempre localizzato nell'ambito compreso tra il Canale Navigabile e l'argine maestro; nei pressi del confine orientale del territorio comunale, vi confluiscono le acque del Colatore Bicinengo e dello Scaricatore Malazzina. Dopo avere sottopassato l'argine maestro a sud di C.na Mensa per mezzo di una chiavica ed attraversato l'intera golena aperta del Comune di Cremona, la Roggia Riglio sfocia nel fiume Po poco a monte della zona del Porto Canale.

Colatore o Roggia Benzona

Scorre con andamento N-S all'interno del territorio comunale di Acquanegra Cr. e per un tratto di circa 300 m rappresenta il confine con il Comune di Spinadesco, all'interno del quale si getta nel Colatore Riglio ad est di C.na Paola.

Nella cartografia di Tav. 3, vengono rappresentati inoltre alcuni corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico secondario, che presentano in prevalenza funzione di colo e smaltimento delle acque meteoriche e degli esuberi irrigui delle aree attraversate, il cui recettore finale è sempre rappresentato dal Colatore Riglio, che scarica successivamente nel fiume Po.

Opera idraulica incompiuta che attraversa trasversalmente il territorio comunale è il **Canale Navigabile Milano-Cremona-Po**, che inizia a Cremona, passa sul territorio di Spinadesco, Sesto ed Uniti, Acquanegra Cr., Crotta d'Adda e termina in prossimità di

Pizzighettone. Sulla base di un progetto iniziale, risalente al 1902, di realizzazione di un canale idroviario di collegamento tra Milano ed il fiume Po a Cremona, ed in seguito all'istituzione nel 1941 del Consorzio del Canale Navigabile Milano-Cremona-Po, cui parteciparono Stato, Comuni e Province di Milano e Cremona, sono stati costruiti, negli anni 1960-1984: un tratto di canale di circa 15 Km tra Cremona e Pizzighettone, il porto di Cremona, conche ed avanconche dell'area industriale adiacente, che hanno favorito l'insediamento e lo sviluppo di numerose aziende industriali. Successivamente, la soppressione del Consorzio alla fine degli anni '90 con decreto ministeriale ha determinato l'arresto definitivo dei lavori di prolungamento del canale ed il fallimento di un progetto allo stato attuale completamente abbandonato.

Si rimanda allo studio relativo all'individuazione del Reticolo Idrico Principale (R.I.P.) e del Reticolo Idrico Minore (R.I.M.) per eventuali approfondimenti.

3.3.2 – IDROLOGIA DEL FIUME PO

3.3.2.1 – ASSETTO GEOMORFOLOGICO E TENDENZE EVOLUTIVE IN ATTO

Il Bacino del fiume Po è il più grande d'Italia, sia per lunghezza dell'asta principale (650 Km) che per entità dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10.300 m³/s); la superficie del bacino idrografico, alla sezione di Pontelagoscuro, è pari a circa 70.700 Km².

Il tratto cremonese del Po segna il confine tra la Lombardia e l'Emilia Romagna per circa 69 km.

Come evidenziato dalla cartografia storica analizzata nel Cap. 1, l'asta del fiume Po, corso d'acqua alluvionale a fondo mobile, ha subito notevoli trasformazioni nel tempo (variazioni altimetriche delle quote di fondo, variazioni di larghezza delle sezioni trasversali, variazioni morfologiche), modellando il proprio assetto morfologico, in funzione sia del regime idraulico e solido che delle strutture antropiche presenti, attraverso i fenomeni naturali di erosione del letto e delle sponde ed i fenomeni di trasporto e deposizione dei sedimenti.

Al fine di comprendere le dinamiche evolutive dell'alveo del fiume Po all'interno dell'ambito territoriale oggetto di studio, è stata realizzata la Tav. 3a "Carta

geomorfologica delle tendenze evolutive in atto del fiume Po”, stralcio delle Tav. 12 e 13 dell’All. 2 del “*Programma generale di gestione dei sedimenti alluvionali dell’alveo del fiume Po – Stralcio confluenza Tanaro, confluenza Arda*”, redatto dall’Autorità di Bacino del fiume Po.

In corrispondenza dell’asta fluviale analizzata nello studio dell’Adbpo, è stato in generale osservato un sostanziale equilibrio globale nel bilancio del trasporto solido, con notevoli fenomeni di erosione spondale, di fondo e delle barre fluviali, compensati da altrettanto significativi fenomeni di accrescimento spondale, di deposito di barre e di apporto degli affluenti.

Tale equilibrio viene alterato in prossimità dello sbarramento fluviale di Isola Serafini: nel tratto a valle di Piacenza, i fenomeni di accrescimento ed erosione di sponda e di barra sono pressoché nulli a partire dalla confluenza del Trebbia, con scarsi apporti dagli affluenti e con una dinamica di deposito del fondo, con pressoché totale azzeramento del trasporto solido in corrispondenza di Isola Serafini.

A valle dello sbarramento si evidenzia invece un progressivo aumento del trasporto solido, con abbassamento del fondo alveo che risulta solo in parte compensato dalla formazione di barre. Dalla confluenza con il canale di scarico della centrale di Isola Serafini fino alla confluenza con il fiume Arda, l’assetto morfologico dell’asta fluviale del Po assume infatti le seguenti caratteristiche:

- Alveo inciso: il fondo medio dell’alveo, nel periodo analizzato (1979-1999), mostra una netta tendenza all’abbassamento, con presenza di forme di fondo formatesi in seguito all’azione indotta dalle opere realizzate per la navigazione (pennelli), con scarsi fenomeni erosivi in quanto le opere di difese sono continue lungo l’intero tratto.
- Trasporto solido: l’analisi del bilancio del trasporto solido, nell’intervallo 1982-2002, ha portato a definire il tratto come tendente all’erosione, in quanto il quantitativo di materiale asportato dal fondo alveo (complessivamente pari a circa 7.800.000 m³) è superiore al materiale depositatosi sulle barre e sulle sponde (complessivamente pari a circa 4.400.000 m³). Nel tratto in oggetto quindi il fiume Po rialimenta, in particolare dal fondo, la propria capacità di trasporto con crescita tendente al valore caratteristico di monte (500.000 m³/anno).

Nel complesso l'intero percorso fluviale, che evidenzia un elevato grado di artificializzazione a causa dei massicci interventi di rettificazione e di difesa spondale operati particolarmente nel secondo dopoguerra, presenta un andamento planimetrico complessivo variabile tra il tipo "sinuoso" ed il tipo "meandriforme" tendenzialmente stabile, proprio a causa dei suddetti interventi idraulici.

Le opere idrauliche realizzate lungo l'intera asta del Po, nel tratto cremonese del fiume hanno provocato come conseguenze una sensibile diminuzione della lunghezza dell'alveo per eliminazione di pseudo-meandri, una diffusa attenuazione della sinuosità ed una progressiva coalescenza delle isole fluviali stabili con l'area golenale.

3.3.2.2 – OPERE DI DIFESA

Il corso fluviale è protetto da arginature continue che presentano, talora, condizioni di inadeguatezza, dovute principalmente alla loro quota sommitale, dove non presenta un franco sufficiente rispetto alla quota della massima piena storica di riferimento.

Sono presenti opere di difesa longitudinale e pennelli per la navigazione, che presentano altezza elevata per effetto dell'abbassamento del fondo alveo; tale circostanza induce un'eccessiva canalizzazione dell'alveo inciso, il quale è attualmente in grado di convogliare portate di piena dell'ordine di 7.000-8.000 m³/s, escludendo di fatto le aree golenali dall'espansione della corrente.

3.3.2.3 – AREE INONDABILI

Vengono così definite le aree che caratterizzano la fascia di pertinenza fluviale, i cui limiti coincidono con il tracciato attuale dell'argine maestro.

Il territorio comunale di Spinadesco presenta una vasta area alluvionale appartenente alla formazione delle Alluvioni attuali, compresa tra l'alveo e l'argine maestro, in cui il rischio di inondazione è elevato ed il fenomeno si verifica in occasione di eventi di piena anche ordinaria.

Anche il territorio compreso fra la zona sopraccitata e la scarpata morfologica principale è compreso all'interno della valle alluvionale e deve perciò essere considerato soggetto a potenziale rischio di esondazione in occasione di piene eccezionali, per cedimento strutturale delle opere di difesa o per fenomeni di sifonamento (fontanazzi).

All'interno degli studi relativi alla programmazione provinciale degli interventi di Protezione Civile, la superficie di territorio comunale a rischio di esondazione è indicata al 55,88 %, e corrisponde interamente alle aree in golena.

Gli eventi calamitosi del novembre 1994, descritti successivamente, hanno evidenziato la necessità di realizzare la chiavica di foce Riglio, a sud di C.na Mensa, in quanto si è verificata una situazione di crisi tra Spinadesco e Cremona a causa della mancata possibilità di smaltimento delle acque raccolte dai vari colatori, con estesi fenomeni di esondazione per rigurgito del reticolo secondario. Tale situazione sembrerebbe essere stata determinata dall'alterazione dei preesistenti equilibri idrologici in conseguenza della costruzione del Canale Navigabile.

Attualmente, in considerazione dell'elevato rischio di allagamento della zona industriale adiacente al Porto Canale, in condizioni di emergenza viene attivata una procedura che prevede la riduzione del livello del Canale Navigabile, al fine di gestire in modo adeguato lo sviluppo della piena stessa. Quando le condizioni della piena sono tali da rendere impossibile lo scarico diretto e l'impianto di pompaggio della conca non è sufficiente, vengono attivate le idrovore e gli impianti dell'A.E.M. al Riglio Morto e la sopraccitata chiavica del Riglio, gestita dall'A.I.Po.

3.3.2.4 – ASPETTI IDROMETRICI

Il fiume Po, all'altezza del Comune di Spinadesco (quota media p.c. in corrispondenza dell'area golenale = m. 39,20 s.l.m.), evidenzia, in base al rilevamento effettuato per la pubblicazione del volume *"Contributo allo studio delle acque della Provincia di Cremona"*, una quota di fondo massimo (talweg) pari a m. 26,29.

Gli idrometri di riferimento per l'area in esame sono quello di Isola Serafini, il cui zero idrometrico è di m. 36,43, e quello di Cremona, con uno zero idrometrico a quota m. 34,14.

La portata media annua del fiume Po in corrispondenza dell'idrometro di Cremona è di 1.150 m³/s.

Si riporta di seguito uno stralcio della tabella n° 3 della Direttiva n°2 del P.A.I. *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"*, nella quale accanto ad ogni stazione idrometrica viene indicata la superficie del Bacino Idrografico del Po ad essa sottesa ed i valori delle portate corrispondenti a

differenti tempi di ritorno TR (tempo medio di attesa stimato tra l'occorrere di un determinato evento di intensità I ed il successivo con medesime caratteristiche, statisticamente definito come l'inverso della probabilità di accadimento dell'evento stesso).

Fiume Po: stazione idrometrica	Superficie (Km²)	Q_{TR20} (m³/s) ADBPO	Q_{TR100} (m³/s) ADBPO	Q_{TR200} (m³/s) ADBPO	Q_{TR500} (m³/s) ADBPO
Becca	36.770	9.290	12.190	13.600	15.050
Po a Piacenza	42.030	8.970	11.550	13.000	14.100
Po a Cremona	50.726	10.090	13.000	14.300	15.870
Po a Boretto	55.183	9.380	12.060	13.700	14.720
Po a Borgoforte	62.450	9.600	12.260	13.100	14.890
Po a Pontelagoscuro	70.091	9.470	12.070	13.000	14.650

Con riferimento alla traversa di Isola Serafini, si evidenzia come il regime idraulico del tratto di fiume in oggetto sia notevolmente influenzato dalla presenza e dalla gestione dello sbarramento, il cui funzionamento condiziona i valori dei livelli idrici, che configurano un profilo di rigurgito che risale a monte di essa per un tratto di fiume della lunghezza di circa 29 Km fino in prossimità di Piacenza.

3.3.2.5 – INTERVENTI PROGRAMMATI

Tra gli interventi previsti dall'Autorità di Bacino lungo l'asta fluviale del Po all'interno del "Programma generale di gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo del fiume Po – Stralcio confluenza Tanaro, confluenza Arda", risultano di prioritaria importanza quelli in grado di garantire la continuità del trasporto solido a valle dello sbarramento di Isola Serafini, cercando di contrastare tuttavia il fenomeno di approfondimento del fondo alveo a valle della traversa.

Gli interventi consistono in particolare in:

- Prelevamento del materiale depositatosi nel fondo alveo tra Piacenza ed Isola Serafini, nell'ordine di 500.000 m³/anno, e deposizione dello stesso a valle della centrale di Isola Serafini, nel tratto compreso tra il canale di scarico della stessa e Cremona.

- In corrispondenza del meandro di Isola Serafini, rimobilizzazione del materiale depositatosi sulle barre in destra idraulica verso l'alveo di magra localizzato in sinistra, utilizzando parte del materiale per interventi di ripascimento all'interno del meandro o nel tratto più a valle.
- In corrispondenza di Cremona, riduzione dell'altezza dei pennelli di navigazione (pari a 5-6 m) in modo da agevolare l'espansione di piene ordinarie in aree golenali e riapertura di lanche poste a tergo dei pennelli, attualmente non interessate dal deflusso per piene ordinarie.

3.3.3 – ANALISI DELLE PRINCIPALI ESONDAZIONI STORICHE

L'indagine storica degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato il territorio comunale nel passato rappresenta una fase di estrema importanza all'interno della pianificazione urbanistica, che deve tenere in debita considerazione ciò che il passato ci può insegnare e suggerire per cercare di limitare i rischi per la comunità e per tutte le strutture che del territorio sono parte integrante.

La ricerca storico – bibliografica dei principali eventi alluvionali che hanno interessato il Comune di Spinadesco si è basata principalmente sulla consultazione di relazioni inerenti specifici eventi alluvionali, studi di carattere generale ed articoli di cronaca presenti negli archivi storici di giornali locali e nazionali.

Dall'analisi delle informazioni ottenute, opportunamente catalogate e sintetizzate, è stato possibile risalire a n. 4 eventi alluvionali principali che hanno caratterizzato il Bacino Idrografico del fiume Po negli ultimi decenni; i fenomeni di minore entità, per i quali non si hanno informazioni certe, non sono stati considerati nella presente trattazione.

Gli eventi alluvionali principali analizzati, di seguito brevemente descritti, sono:

- Evento alluvionale del novembre 1951
- Evento alluvionale del novembre 1994
- Evento alluvionale dell'ottobre 2000
- Evento alluvionale del novembre 2002

Mentre i primi 3 eventi hanno coinvolto principalmente l'asta del fiume Po ed alcuni suoi affluenti in tutto il settore nord – occidentale del Bacino, con valori di precipitazione con

tempi di ritorno ultracentenari, l'evento del 2002 ha seriamente interessato il Bacino del fiume Adda.

3.3.3.1 – EVENTO ALLUVIONALE DEL NOVEMBRE 1951

Nei giorni dal 7 al 13 novembre 1951 due perturbazioni, una di origine atlantica e l'altra di origine africana, hanno provocato sulle regioni della penisola italiana precipitazioni sparse, intense e a carattere continuo; anche nel periodo immediatamente precedente le abbondanti e continue piogge distribuite sull'intero Bacino Imbrifero del fiume Po avevano portato alla quasi saturazione degli stessi territori, riducendone la capacità di assorbimento.

La distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni è stata tale da determinare la sovrapposizione dell'onda di piena dell'asta principale a quelle dei singoli affluenti, sia alpini che appenninici, alle rispettive confluenze; ciò ha comportato un eccesso di carico idraulico insostenibile dall'asta principale del fiume Po, con conseguenti gravi episodi di esondazione, particolarmente rilevanti nelle province di Mantova, Ferrara e Rovigo.

Già dal 12 novembre si sono verificati i primi allagamenti nell'Oltrepo Pavese e nelle campagne del lodigiano, del cremonese e del basso mantovano, con fenomeni di rigurgito di elementi del reticolo idrografico secondario affluenti in Po; il 13 novembre il livello del fiume Po a Piacenza ha raggiunto i 10,25 m, lambendo le arcate del ponte ferroviario.

Il 14 novembre l'onda di piena ha raggiunto il Polesine, dove si sono verificate le prime tracimazioni e la rottura di alcuni tratti degli argini maestri, con allagamenti di estese porzioni di territorio; l'elevato livello del mare Adriatico, in presenza di una forte mareggiata, ha inoltre contemporaneamente ridotto la capacità di ricezione delle acque del Po e quindi la velocità di deflusso del fiume verso il mare.

L'onda di piena si è scaricata in mare all'incirca il 20 novembre.

I danni materiali dovuti all'evento alluvionale ammontarono a circa 400 miliardi di lire solamente nel Polesine, 60 Km di argini hanno ceduto alla violenza delle acque, 52 sono stati i ponti distrutti; ci furono 88 vittime ufficialmente riconosciute e migliaia di sfollati.

Nel 1951, in località Bosco delle Gerre, in occasione dell'evento di piena, si è verificato il taglio di meandro naturale che ha portato all'isolamento del lobo di Isola Mezzadra.

3.3.3.2 – EVENTO ALLUVIONALE DEL NOVEMBRE 1994

Una perturbazione di notevole intensità ha interessato dal 4 al 7 novembre il nord Italia, con precipitazioni sparse che hanno raggiunto i 110 mm nel comasco, i 100 mm nel milanese ed i 66 mm nel cremonese, determinando il rapido aumento delle portate dei corsi d'acqua in tutto il Bacino Idrografico del fiume Po.

In Lombardia, la zona maggiormente colpita è stata la fascia della Bassa Pavese che corre lungo il Po, oltre la confluenza con il Ticino, dove il fiume ha rotto gli argini inondando una ventina di paesi; il livello delle acque misurato al Ponte della Becca è stato di 7,60 m, solo 21 cm in meno del record storico qui raggiunto durante l'alluvione del 1951 (7,81 m).

Il giorno 8 novembre, durante il quale era previsto l'arrivo dell'onda di piena, la Prefettura di Cremona ha ordinato lo sgombero di tutte le abitazioni e le aziende agricole situate nelle zone golenali dei paesi rivieraschi, compreso il Comune di Spinadesco; l'aumento medio del livello delle acque fino a tarda sera è variato tra 10 cm e 20 cm all'ora.

L'argine maestro che costeggia la riva sinistra del Po lungo tutto il territorio cremonese ha retto l'ondata di piena, e già dal giorno successivo si è assistito alla progressiva diminuzione del livello delle acque.

Oltre 20.000 gli ettari di terreno fertile in area golenale interessate dall'esondazione del Po, circa 100 le aziende agricole invase dalle acque con danni alle attrezzature ed alle coltivazioni per centinaia di miliardi.

Si segnala anche il crollo improvviso del ponte sul fiume Adda che collegava Brentonico con Montodine, crollo dovuto più a mancanza di manutenzione che all'evento di piena.

3.3.3.3 – EVENTO ALLUVIONALE DELL'OTTOBRE 2000

Intense precipitazioni meteoriche nei giorni compresi tra il 13 ed il 17 ottobre hanno investito l'Italia nord-occidentale, prevalentemente l'alto corso del fiume Po e del fiume Ticino, con un valore cumulato di precipitazione nei cinque giorni di oltre 700 mm, determinando numerosi fenomeni di dissesto geologico-idraulico nelle aree montane ed estesi fenomeni di esondazione ed allagamenti nelle aree di fondovalle e pianura.

La piena del 2000 ha polverizzato i precedenti record storici: a Piacenza la quantità di acqua trasportata dal fiume Po è stata stimata in 13.400 m³/s.

Sono straripati sia i corsi d'acqua principali (Po, Dora Baltea, Dora Riparia, Tanaro, Ticino, Lambro, Adda) che i corsi d'acqua minori, i torrenti, i laghi, allagando centinaia di comuni.

In territorio cremonese, l'onda di piena è arrivata nella notte tra il 17 ed il 18 ottobre... *«innalzati gli argini con sacchetti di sabbia, 15 trattori hanno pompato in tubi di plastica le acque alla chiavica del Riglio in aiuto dell'idrovora, sottodimensionata per tale quantità d'acqua... l'onda di piena supera di una decina di centimetri quella del 1951, gli strumenti elettronici non funzionano più; argini golenali rotti a Stagno Lombardo e Motta Baluffi per dare sfogo alle acque impetuose del fiume nelle aree golenali, utilizzate come preziose casse d'espansione. Sommo con Porto è stato competentemente sommerso, tutti salvi!»*

L'esondazione ha interessato le aree golenali sino all'argine maestro, con il superamento dei livelli idrometrici di massima piena rilevati in corrispondenza degli idrometri di Cremona (6,51 m contro 5,95 m) e di Casalmaggiore (8,00 m contro 7,64 m). Sono stati registrati numerosi allagamenti di aree non golenali causati dalle piene di rigurgito interessanti il reticolo idrografico secondario.

Anche l'evento alluvionale del 2000 ha causato ingenti danni ai centri abitati, alle infrastrutture, alla rete di servizi, alle attività produttive ed agricole; numerose le persone evacuate in Valle d'Aosta, Piemonte e Lombardia.

3.3.3.4 – EVENTO ALLUVIONALE DEL NOVEMBRE 2002

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

Durante l'evento alluvionale del 2000 infatti, nonostante il livello storico raggiunto dalle acque del fiume Po, gli argini maestri hanno retto e sono state allagate perlopiù le aree golenali, mentre i centri abitati ne sono stati interessati in modo superficiale ed essenzialmente per la tracimazione del reticolo secondario.

In occasione dell'evento del 2002 invece si è assistito impotenti all'inondazione di numerose città, raramente interessate da alluvioni eccezionali prima di allora, quali

Milano, Monza, Lecco, Como, Bergamo, Lodi e di tutti i territori rivieraschi dei fiumi Lambro, Seveso, Brembo, Adda e Serio.

La situazione meteorologica che ha generato le piene di questi corsi d'acqua si è sviluppata nell'intervallo temporale compreso tra il 12 ed il 27 novembre; condizioni di grande instabilità hanno determinato lo sviluppo di intense precipitazioni in Piemonte e Lombardia a partire dalla mattina del 14 novembre.

Nei giorni successivi le piogge hanno continuato con intensità decrescente fino al 22 novembre, giorno in cui si è esaurita la depressione originaria e si è originata una nuova area depressionaria che ha portato a precipitazioni più vigorose a partire dal 24 novembre sino al 27 novembre, data in cui gradualmente è cessata la sua attività.

Nel complesso, in poco più di una settimana in Lombardia, secondo dati E.R.S.A.F., sono caduti 240 mm di pioggia, a fronte di una media in questa stagione di 100 mm.

I valori di precipitazione più elevati sono stati rilevati all'interno del Bacino del fiume Brembo, con valori cumulati pari a 431 mm nei giorni 23-27 novembre; il deflusso corrispondente alle precipitazioni meteoriche ha portato alla formazione di ondate di piena di carattere eccezionale con portate al colmo molto elevate, che hanno interessato anche l'asta dell'Adda Sottolacuale e del Serio. Esondati il lago Maggiore ed il lago di Como.

Gravi situazioni di emergenza si sono succedute in quasi tutta la Regione Lombardia, numerose le aree abitate invase da acqua e fango, migliaia gli sfollati, milioni di euro l'ammontare dei danni, pesanti le critiche e le accuse nei confronti dei soccorsi, sorpresi come tutti da questa piena erroneamente sottovalutata.

A sud di Canonica d'Adda (confluenza del Brembo) l'evento alluvionale ha interessato le zone golenali prossime all'alveo e determinato allagamenti notevoli in corrispondenza del centro abitato di Rivolta d'Adda, per il collasso di un rilevato arginale, di Lodi, dove l'Adda ha raggiunto livelli storici, di tutta la fascia di migrazione dei meandri sino a Pizzighettone e del tratto finale arginato sino alla confluenza in Po.

Dal 28 al 30 novembre l'onda di piena del fiume Po ha interessato il piacentino, il cremonese ed il mantovano, con estesi allagamenti nelle aree golenali e migliaia di sfollati; a Piacenza l'onda di piena ha raggiunto i 7,40 m, sotto il livello di allarme,

mentre a Casalmaggiore ha raggiunto i 6,60 m di altezza, circa due metri sopra il livello di guardia.

Il fiume Po ha raggiunto la sua massima piena di 8,60 m a Borgoforte (MN), 2,60 m sopra il livello di guardia ed una portata di 9.300 m³/s; in generale, sono stati comunque registrati livelli idrometrici inferiori rispetto all'evento alluvionale del 2000.

Bibliografia:

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

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

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

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

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

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

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO (2005) *“Programma generale di gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo del fiume Po – Stralcio confluenza Tanaro, confluenza Arda”*, Parma.

BASSI G. (1985) – *“Idrografia della Provincia di Cremona”* – Provincia di Cremona, Assessorato all'Ecologia.

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

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

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

DESIO A., VILLA F. (1960) - *“Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana, I Lombardia”* - Ist. Geol. Università di Milano.

FRANCANI V. (1992) - *“Geologia applicata – 4. Idrogeologia generale”* - Clup.

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

PROVINCIA DI CREMONA – M.A. ENGINEERING & CONSULTING (2003) – *“Piano provinciale d'emergenza per il rischio idrogeologico del fiume Po”* – Settore Pianificazione Territoriale e Mobilità – Ufficio di Protezione Civile.

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

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

REGIONE LOMBARDIA – A.I.PO – INFRASTRUTTURE LOMBARDE (2009) – *“Attività e studi propedeutici relativi alla regimazione del Po nel tratto tra Cremona e foce Mincio – Ipotesi, analisi e verifiche preliminari”*, Milano.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO – PROVINCIA DI CREMONA (2007) – *“Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della Provincia di Cremona”* – a cura dei Prof. Gandolfi C., Ponzini G., Giudici M., Milano.

All. 3a

**STRATIGRAFIE DI POZZI PUBBLICI
DEL TERRITORIO IN ESAME**

COMUNE Spinadesco

LOCALITA' centro abitato

DITTA PERFORATRICE Negretti Nicola

DATA ESEC. 08/1975

Prof. in m dal PC	Filtri		Litotipi	Note
0			terreno vegetale	qt. = 48,14 m
10			sabbia fine e media	1° l.s. = m 9,50 l.d. = m 18,80 l/sec. = 60 Ø 900 mm
20			argilla e torba	2° l.s. = m 10,00
30			sabbia con poco ghiaietto	l.d. = m 16,90 l/sec. = 50
40			sabbia con ghiaietto	
50			argilla con torba	
60			sabbia media e fine	
70			argilla	
80			sabbia con poco ghiaietto	
90			argilla cenere	
100			sabbia fine	
110			argilla torbosa	
120			sabbia fine	
130				
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				
210				
220				
230				
240				

COMUNE Cremona

LOCALITA' Cavatigozzi

DITTA PERFORATRICE

PERFOR di FERABOLI Gino & C.

DATA ESEC. 07/78

Prof. in m dal PC.	Filtri	Pozzo N° 122	Litotipi	Note
0			terreno vegetale	qt. = l.s. = m l.d. = l/sec. = Ø 240 mm
10			sabbia	
20			argilla	
30				
40			sabbia	
50				
60			argilla	
70				
80			sabbia	
90			argilla	
100				
110			sabbia media e grossa	
120				
130			sabbia fine	
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				
210				
220				
230				
240				

COMUNE Cremona

LOCALITA' Cavatigozzi

DITTA PERFORATRICE NEGRETTI Nicola

DATA ESEC. 5/1982

Prof. in m dal PC.	Filtri	Pozzo N° 123	Litotipi	Note
0			terreno vegetale sabbia argillosa	qt. = l.s. = m. 16 l.d. = m. 24,50 l/sec. = 120 Ø 762 mm
10			sabbia media	
20			sabbia grossa con ghiaia	
30			argilla con torba sabbia fine	
40			sabbia grossa con ghiaietto	
50			argilla	
60			sabbia medio-grossa	
70			argilla	
80			sabbia fine	
90			argilla	
100			sabbia fine	
110			argilla con lignite	
120			sabbia medio-grossa	
130			argilla	
140			sabbia media	
150			argilla	
160			sabbia media	
170			sabbia grossa con ghiaietto	
180			sabbia media	
190			argilla	
200			sabbia media	
210			argilla	
220			sabbia media	
230			argilla	
240			sabbia media	

Prof. in m dal P.C.	Filtri	Pozzo N° 127	Litotipi	Note
0			terreno di riporto	qt. =
10			sabbia fine	l.s.=
20			sabbia e ghiaia	l.d.=
30			argilla cenere	l/sec.=
40			sabbia media grigia	∅ 800 mm
50			argilla	
50			sabbia fine	
60			argilla	
70				
80			sabbia media	
80			argilla	
90			sabbia media	
90			sabbia argillosa	
100			sabbia	
110			argilla	
120			sabbia	
130			sabbia e ghiaia	
140			argilla	
150			sabbia	
150			argilla	
160			sabbia media	
170			argilla	
180			sabbia	
180			argilla	
190			sabbia media con poco ghiaietto	
200			argilla	
210				
220				
230				
240				

COMUNE Sesto Cremonese LOCALITA' centro abitato

DITTA PERFORATRICE F.lli COSTA fu Ernanio S.p.a. DATA ESEC. 03/1979

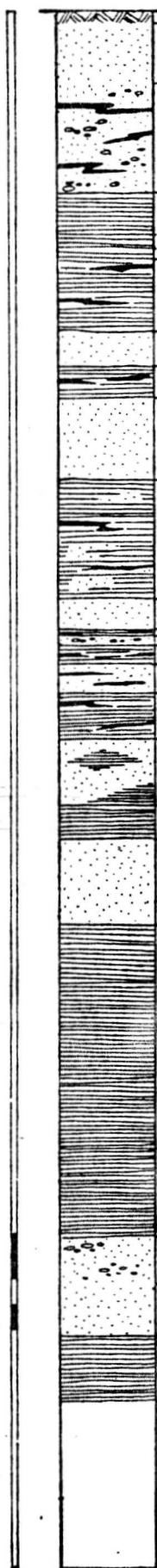
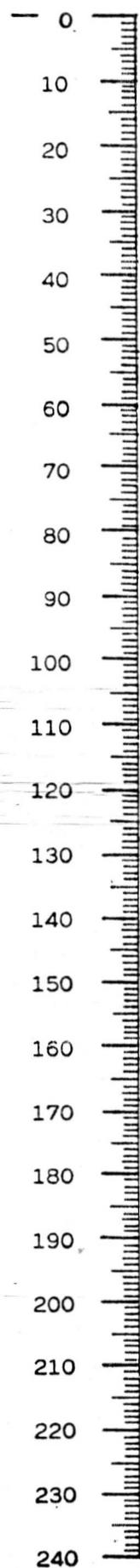
Prof. in
m dal PC

Filtri

Pozzo N° III

Litotipi

Note



0	terreno vegetale
10	sabbia media
20	sabbia grigia con ghiaietto e lenti di argilla torbosa
30	argilla grigia
40	argilla mista a torba
50	sabbia grigia
60	argilla grigia con torba
70	sabbia fine grigia
80	argilla torbosa e limosa
90	sabbia grigia
100	argilla e torba
100	sabbia con ghiaietto
100	argilla torbosa
100	sabbia con torba
110	argilla cenere con torba
120	sabbia fine con lenti di argilla
130	argilla cenere
140	sabbia fine
150	argilla cenere
160	
170	
180	
190	sabbia con ghiaietto
200	sabbia fine e media
210	argilla
220	
230	
240	

qt. =
1° l.s. = m 11,80
l.d. = m 22,65
l/sec. = 60
Ø 900 mm
2° l.s. = m 11,80
l.d. = m 19,00
l/sec. = 38

All. 3b

**STRATIGRAFIE ED ELENCO DI POZZI PRIVATI
DEL TERRITORIO IN ESAME**

Comune: Spinadesco

Località: Foglio 7 - Mappale 54

Usò: industriale

Portata media (l/s): -

Data escavazione: -

Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo 2	Litotipi	Note
0			Sabbia gialla	Den./Rag. Soc.: Acciaieria Arvedi S.P.A.
10			Sabbia grigia	
20			Sabbia grigia con ghiaietto	
30			Ghiaietto con sabbia	
40			Argilla grigia con torba	
50			Argilla grigia	
60			Sabbia fine	
			Sabbia cementata	
70			Argilla grigia	
			Sabbia fine compatta	
			Sabbia media	
			Argilla grigia	
			Sabbia fine	
80			Argilla grigia	
90			Sabbia con ghiaietto	
100			Argilla grigia	
110				
120				
130				Fonte: Atlante ambientale
140				
150				

Comune Spinadesco		Località fg. 7 mapp. 120	
Usò: igienico - zootecnico		Portata media (l/s): -	
		Data escavazione: -	
Profondità m da p.c.	Filtri	Pozzo 33d	Litotipi
0			Terreno coltivato
2.0		Sabbia fine limosa	
4.0			
6.0			
8.0			
10.0		Argilla	
12.0			
14.0		Sabbia fine	
16.0			
18.0		Sabbia media	
20.0			
22.0		Argilla e torba	
24.0			
26.0		Sabbia con scarso ghiaietto	
28.0			
30.0	Sabbia con ghiaietto		
32.0			
34.0	Argilla		
36.0			
38.0			
40.0			
42.0			
44.0			
46.0			
48.0			

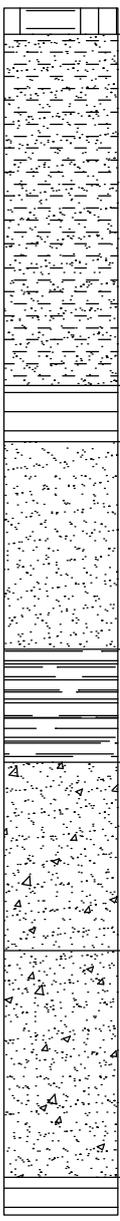
Den./Rag. Soc.:
Dodi Cesare

Fonte:
Atlante ambientale

Comune Spinadesco		Località fg. 11 mapp. 55	
Usò: igienico - zootecnico		Portata media (l/s): -	
		Data escavazione: -	
Profondità m da p.c.	Filtri	Pozzo 33e	Litotipi
0			Terreno coltivato
2.0			Sabbia fine limosa
4.0			
6.0			
8.0			
10.0			Argilla
12.0			Sabbia medio-fine
14.0			
16.0			Argilla e torba
18.0			
20.0			
22.0			
24.0			
26.0			
28.0			Sabbia con ghiaietto
30.0			
32.0			
34.0			
36.0			Argilla
38.0			
40.0			
42.0			
44.0			
46.0			
48.0			

Den./Rag. Soc.:
Dodi Cesare

Fonte:
Atlante ambientale

Comune Spinadesco		Località fg. 10 mapp. 148	
Usò: igienico - zootecnico		Portata media (l/s): -	
		Data escavazione: -	
Profondità m da p.c.	Filtri	Pozzo 33f	Litotipi
Note			
0			Terreno coltivato
2.0			
4.0			
6.0			Sabbia fine limosa
8.0			
10.0			
12.0			Argilla
14.0			
16.0			Sabbia fine
18.0			
20.0			Argilla con torba
22.0			
24.0			Sabbia con scarso ghiaietto
26.0			
28.0			Sabbia con ghiaietto
30.0			
32.0			Argilla
34.0			
36.0			
38.0			
40.0			
42.0			
44.0			
46.0			
48.0			
<p>Den./Rag. Soc.: Dodi Cesare</p> <p>Fonte: Atlante ambientale</p>			

Comune: Spinadesco

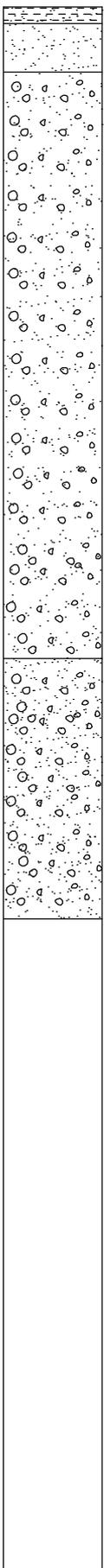
Località: Foglio 10 - Mappale 42

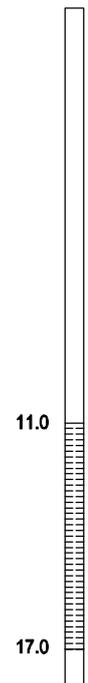
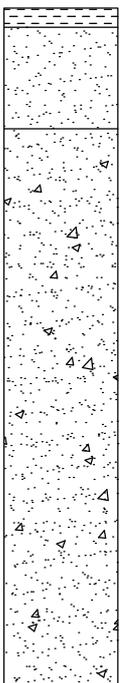
Usa: irriguo

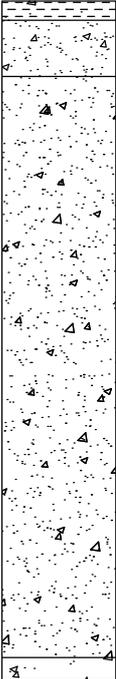
Portata media (l/s): 50

Data escavazione: -

Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo 35b	Litotipi	Note
0			Sabbia fine asciutta	Den./Rag. Soc.: Gerevini Lazzari Teresa
10			Sabbia	
20			Argilla e sabbia fine	
30			Sabbia	
40			Sabbia con ghiaia	
50			Argilla e sabbia fine	
60			Sabbia	
60			Argilla e sabbia fine	
60			Sabbia	
70			Argilla, torba e sabbia asciutta	
80			Sabbia	
90				
100				
110				
120				
130				Fonte: Atlante ambientale
140				
150				

Comune Spinadesco		Località Isola Mezzadra - fg. 16 mapp. 41		
Ditta Perforatrice Idraulica Villa		Data esc. 19/06/2000		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo 37	Litotipi	
			Note	
0			Sabbie e limi Sabbia media e fine	Den./Rag. Soc.: SINDI S.a.s. di Raffin Italo, Giorgio, Marco & c.
2.0				
4.0				
6.0				
8.0				
10.0				
12.0			Sabbia grossolana e ghiaietto	
14.0				
16.0	15.0			
18.0				
20.0				
22.0				
24.0				
26.0			Sabbia e ghiaietto	
28.0	27.0			
30.0				
32.0				
34.0				
36.0				
38.0				
40.0				
42.0				
44.0				
46.0				
48.0				

Comune Spinadesco		Località Isola Mezzadra		
Ditta Perforatrice Idraulica Villa		Data esc. 1981		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo 38a	Litotipi	Note
0			Sabbie e limi	
2.0			Sabbia media e fine	
4.0				
6.0				
8.0				
10.0				
12.0				
14.0				
16.0				
18.0				
20.0				
22.0				
24.0				
26.0				
28.0				
30.0				
32.0				
34.0				
36.0				
38.0				
40.0				
42.0				
44.0				
46.0				
48.0				

Comune Spinadesco		Località Isola Mezzadra		
Ditta Perforatrice Idraulica Villa		Data esc. marzo 1986		
Prof. in m. dal P.C.	Filtri	Pozzo 38b	Litotipi	Note
0			Sabbie e limi Sabbia media e fine	
2.0				
4.0				
6.0				
8.0				
10.0				
12.0			Sabbia grossolana e ghiaietto	
14.0				
16.0				
18.0			Sabbia e ghiaietto	
20.0				
22.0				
24.0				
26.0				
28.0				
30.0				
32.0				
34.0				
36.0				
38.0				
40.0				
42.0				
44.0				
46.0				
48.0				

n.°	Proprietario	foglio	mappale	diametro colonna di emungimento (mm)	profondità filtri (m)	utilizzo dichiarato	note
1	GARDANI ALFREDO	4	1			irriguo	
2	ACCIAIERIA ARVEDI S.P.A.	7	54	1000	87,5-99,5	industriale	
3	MANFREDINI ITALO	6	36	50	20	domestico	
4	MONDONI MARIO	6	261		15-16		
5	MEAZZI ORLANDO	6	229	114	84-90	innaffio	
6	ORATORIO	5	33/49	110	4-42	irriguo	
7	LAZZARI ENRICO	5	479	33	0-10	irriguo	non localizzato in carta
8	CONDOMINIO I.N.A. CASA	5	37			domestico	
9	BERTOLI GIANSIMONE	4	43/2	30	100	irriguo	
10	PELLATI FERRUCCIO	5	501/1	63	13-14	irriguo	non localizzato in carta
11	BRUGNOLI MARINO	4	62/1	1" 1/2	9		
12	GABOARDI CARLO		433/435	33	180	irriguo	non localizzato in carta
13	BASSI RENATO	4	56		9-11	irriguo	
14	BIANCHI ERMINIO	5	583	2"	10-16	domestico	non localizzato in carta
15	MOLINARO FEDERICO	6	335	100	1-30	irriguo	
16	POZZATI MARIA	5	545	1" 1/4	15	irriguo	non localizzato in carta
17	GIOVETTI FERDINANDO	13	18	4"	18-20	innaffio	
18	MONTAGNER GIOVANNI	6	37	4"	25-30	irriguo	
19 a	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	5	122	1000	1-10		
19 b	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	5	59	1000	1-15		
19 c	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	5	132	1200	1-15		
19 d	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	5	12	600	1-15		
19 e	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	5	46	1000	1-15		
19 f	ISTITUTI OSPEDALIERI DI CREMONA	3	86	1000	90-96	zootecnico	
20	BARBISOTTI COSTANTINO	5	404	1"	14	irriguo	
21	BORGHESI PIERANGELO	3	98	60	14-18		
22	BRUGNOLI GIUSEPPE	6	37	50	0-18	potabile	
23	CHIESA SANDRA	5	258	47	12-14	domestico	
24	CALVI DINO	7	96	48	18-20	domestico	

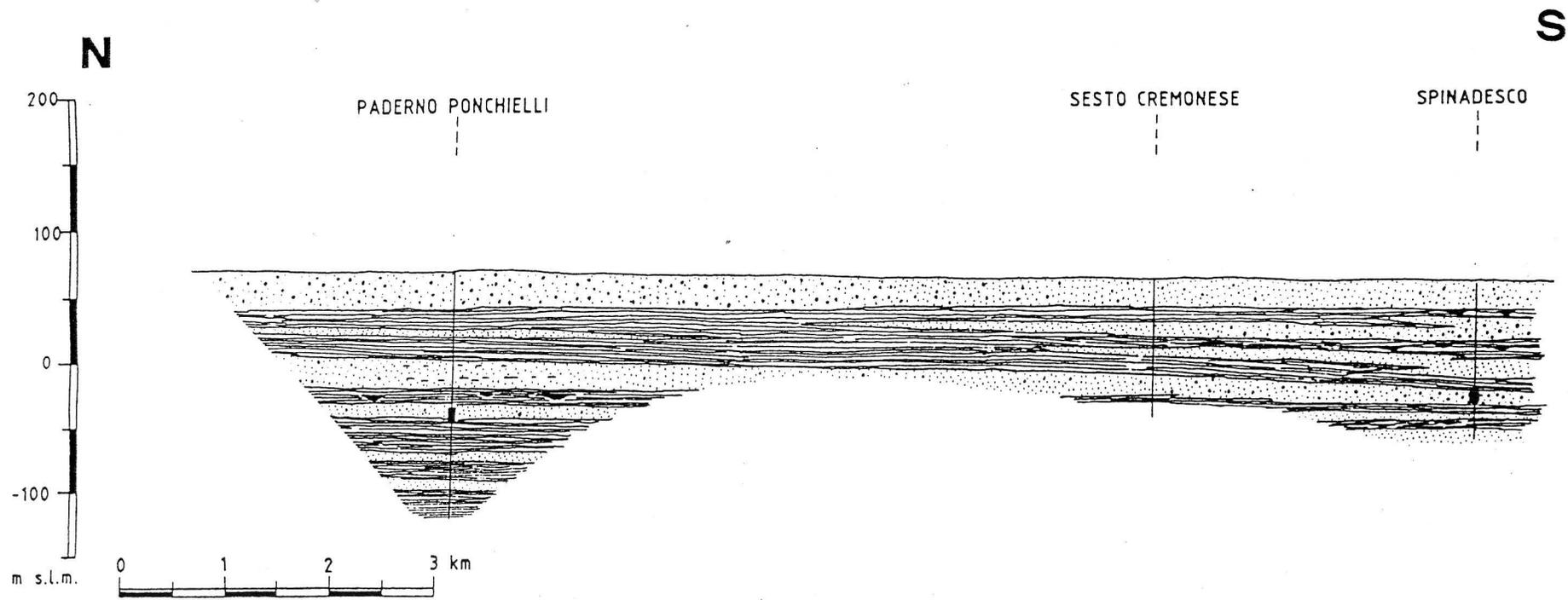
n.°	Proprietario	foglio	mappale	diametro colonna di emungimento (mm)	profondità filtri (m)	utilizzo dichiarato	note
25	CAVAGNOLI AGOSTINO	8	2	75	0-15	domestico	
26	COOP. FUXIA	4	11	101		irriguo	
27	FARINA MERILDO	5	152	30	10-11		
28	GUARRESCHI FABIO	5	252			igienico	
29	GIGLIOLI GIOVANNI	7	36	150	6-108	domestico	
30	GUARRESCHI SANTO RENAT	2		500	15-20	irriguo- domestico	
31	SALVINI SETTIMO	5	216		35	irriguo	
32	VABER ALLEVAMENTI	1	89/90				abbeveraggio polli
33 a	DODI CESARE	13	30	400	30-35	irriguo	
33 b	DODI CESARE	7	55		18-30	zootecnico	
33 c	DODI CESARE	10	13		18-30	zootecnico	
33 d	DODI CESARE	7	120		27-33	zootecnico- igienico	
33 e	DODI CESARE	11	55		30-36	zootecnico- igienico	
33 f	DODI CESARE	10	148		25-31	zootecnico- igienico	
34 a	GEREVINI PIERLUIGI E VITO	10	24	50	90-100	domestico	
34 b	GEREVINI PIERLUIGI E VITO	12	23	50	12	domestico	
34 c	GEREVINI PIERLUIGI E VITO	13	24		12	domestico	
34 d	GEREVINI PIERLUIGI E VITO	9	35		12	domestico	
35 a	LAZZARI FIORELLA	10	35	74		domestico	
35 b	LAZZARI FIORELLA	10	42		6-10	irriguo	
36	PULITI ALDO			20	30-40	domestico	non localizzato in carta
37	SINDI S.a.s.	16	41	700	15-27	irriguo	
38a	DA.MA S.a.s.	16		700	11-17	irriguo	
38b	DA.MA S.a.s.	16		700	11-17	irriguo	
39	BOLZONI FRATELLI S.a.s.	15	12		40-43	irriguo	
40	CASITALIA S.P.A.	1	1		21-26	antincendio- industriale	

All. 3c

SEZIONI IDROGEOLOGICHE

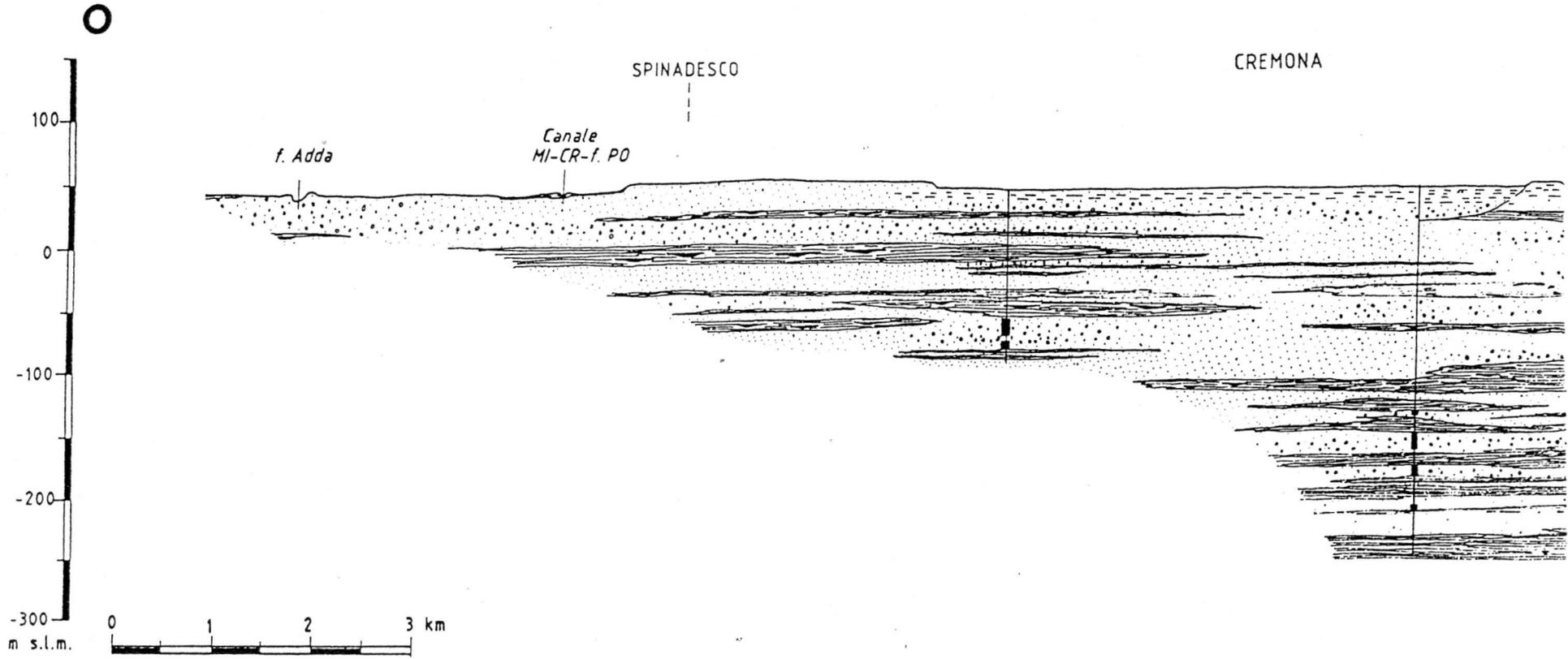
SEZIONE IDROGEOLOGICA N-S

SEZIONE IDROGEOLOGICA O-E



Sezione idrogeologica N-S

E



Sezione idrogeologica O-E

4 – CARTA DELLA VULNERABILITÀ INTEGRATA DELL'ACQUIFERO FREATICO – METODO G.N.D.C.I.-C.N.R. (TAV. 4)

4.1 – PREMESSA

La vulnerabilità intrinseca, o vulnerabilità naturale, di un acquifero può essere definita come *“la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo”* (Civita, 1987).

Il grado di vulnerabilità intrinseca di un acquifero dipende sostanzialmente da tre processi principali:

- lo spostamento dell'acqua (o di un inquinante fluido o idroveicolato) attraverso l'insaturo, sino a raggiungere la superficie piezometrica dell'acquifero sottostante;
- la dinamica del flusso sotterraneo e di un inquinante fluido o idroveicolato nella zona di saturazione;
- la concentrazione residua di un inquinante fluido o idroveicolato all'arrivo nel saturo rispetto a quella iniziale, che definisce la capacità di attenuazione dell'impatto dell'inquinante sull'acquifero.

Questi tre processi dipendono a loro volta da diversi parametri, tra i quali i principali possono essere individuati nell'idrolitologia e nell'idrostruttura del sistema idrogeologico, nella natura e nella geometria della copertura, nel processo ricarica – flusso sotterraneo – efflusso, e nei processi di interazione geochimica che determinano la qualità naturale dell'acqua nel sistema.

Da quanto sopra espresso, si evince che la zonizzazione della vulnerabilità intrinseca, non tenendo conto dell'utilizzo antropico del territorio, nonché dei centri e delle fonti diffuse di pericolo, non possa assumere valore applicativo e pianificatorio.

Il carattere applicativo-pianificatorio viene acquisito quando alla zonizzazione della vulnerabilità intrinseca si associa la presenza, la posizione topografica ed idrogeologica e la tipologia dei centri di pericolo; in tal caso si definisce la vulnerabilità s.s. o

vulnerabilità integrata dell'acquifero, che consente al pianificatore una prima valutazione del grado di rischio di situazioni specifiche.

4.2 – APPLICAZIONE DEL METODO G.N.D.C.I.-C.N.R. AL TERRITORIO COMUNALE

La valutazione della vulnerabilità integrata è stata condotta utilizzando il metodo base GNDCI-CNR, elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR, basato sulla zonazione per aree omogenee ottenibile attraverso il riconoscimento di complessi e situazioni idrogeologiche e predisposto per una copertura globale a scala operativa.

Il metodo base GNDCI-CNR non utilizza parametri numerici, ma si basa sul confronto tra la situazione riscontrata in situ e situazioni idrogeologiche base selezionate nel protocollo, ad ognuna delle quali sono state assegnate una colorazione standard ed una valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca.

Per la trasformazione dell'elaborato in una “*carta della vulnerabilità integrata*”, il metodo fornisce un'ampia simbologia che permette di sintetizzare la geometria, l'idrodinamica e lo stato di inquinamento degli acquiferi, i produttori reali e potenziali di inquinamento, i preventori e/o riduttori di inquinamento e i principali soggetti a inquinamento.

* * *

La valutazione della vulnerabilità intrinseca, condotta valutando opportunamente la litologia di superficie in rapporto alla piezometria annua della falda freatica, ha portato all'individuazione di quattro classi di vulnerabilità, identificate secondo lo schema procedurale del metodo base GNDCI-CNR:

1. E_E : **vulnerabilità estremamente elevata** – questa classe è stata assegnata a situazioni in cui l'assenza di copertura superficiale consente ad un inquinante di raggiungere direttamente le acque superficiali o sotterranee senza subire alcuna alterazione; tali aree corrispondono all'alveo vivo dei corsi d'acqua, al bodrio presente nei pressi di C.na Cà Vecchia e del lago freatico posto in diretta comunicazione con il Po presente all'estremità sud-occidentale di Isola Mezzadra. Si ritiene opportuno ricordare che l'intero reticolo idrico superficiale ricade in questa classe, tuttavia, per esigenze di chiarezza grafica dell'elaborato, legato anche al fattore di scala utilizzato, si è ritenuto opportuno non segnalarlo.

2. E : vulnerabilità elevata – questa classe di vulnerabilità intrinseca viene assegnata alle situazioni idrogeologiche caratterizzate da *“falda libera in materiali alluvionali (da grossolani a medi) senza alcuna protezione”*. Nel corso della redazione dell’elaborato si è ritenuto opportuno attribuire tale classe di vulnerabilità ad un limitato settore caratterizzato dalla presenza di sabbia e ghiaia, nonché all’intera superficie di Isola Mezzadra e ad un limitato settore di Isola Serafini, sia a causa della peculiare posizione degli ambiti, che in sintesi appartengono ad una grande isola interfluviale, sia per l’assenza e/o la scarsità di copertura superficiale.
3. A : vulnerabilità alta – questa classe di vulnerabilità indica aree caratterizzate da *“falda o rete acquifera protetta in superficie da una copertura poco permeabile”*. Questa classe è stata assegnata alle aree caratterizzate dalla prevalente presenza in superficie di sedimenti fini (limi o argille) o di sedimenti grossolani in cui la forte presenza di materiali fini riduce significativamente la permeabilità dei depositi.
4. M : vulnerabilità media – questa classe di vulnerabilità intrinseca indica aree caratterizzate da *“falda acquifera in sabbie più o meno fini”*; risulta evidente che questa classe è stata assegnata ad aree caratterizzate dalla presenza di sedimenti sabbiosi prevalenti rispetto ai materiali fini, con una copertura di depositi argilloso-limosi in prossimità del piede della scarpata morfologica principale.

Per la redazione della carta della vulnerabilità integrata (Tav. 4) è stata realizzata un’accurata campagna di rilevamento aerofotogrammetrico, in grado di definire con buona precisione la localizzazione e la tipologia dei produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, integrata con i dati resi disponibili dalla Provincia di Cremona attraverso il sito web “Atlante ambientale”.

Si ritiene opportuno far presente che alcuni elementi di interesse non sono stati segnalati in cartografia in quanto non rappresentabili (come ad esempio i collettori di rete fognaria interni alle zone urbane) o in quanto non rilevabili da ortofoto (come ad esempio i punti di scarico di acque reflue).

Sono stati inoltre inseriti in cartografia i potenziali ingestori e viacoli di inquinamento, costituiti qui prevalentemente dall’ATEg19, i preventori e/o riduttori dell’inquinamento, rappresentati dalla Discarica per Rifiuti Non Pericolosi Inertizzati presente all’interno dello Stabilimento produttivo dell’Acciaieria Arvedi, ed i principali soggetti ad

inquinamento, costituiti qui dal pozzo pubblico a servizio della rete acquedottistica e dai pozzi ad uso agricolo e/o industriale.

4.3 – ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

L'analisi di Tav. 4 permette di effettuare le seguenti osservazioni:

- l'applicazione del metodo GNDCI – CNR base consente di rilevare come la maggior parte del territorio comunale ricada nelle classi di maggior rischio per la falda freatica, con vulnerabilità intrinseca compresa tra *“estremamente elevata”* e *“alta”*.
- un elemento di rischio di contaminazione delle acque sotterranee è costituito dalla presenza di reti fognarie (non rappresentate in cartografia a causa del fattore di scala utilizzato) nel nucleo urbano di Spinadesco e in loc. Baracchino;
- i fattori di rischio legati a centri di pericolo di tipo industriale sono legati alla presenza delle strutture dell'acciaieria Arvedi, posta ad E dell'abitato di Spinadesco, e dalla presenza della ditta Casitalia, situata in loc. Baracchino, a NO del centro abitato;
- benché in cartografia sia stato segnalato un numero alquanto contenuto di allevamenti zootecnici, dall'analisi dell'elaborato si può evincere come il principale fattore di rischio di contaminazione delle acque sotterranee, escludendo l'acciaieria Arvedi, sia costituito dall'utilizzo agricolo intensivo del territorio a supporto dell'attività zootecnica;
- per quanto riguarda l'attività estrattiva, si è ritenuto opportuno segnalare come elemento di rischio l'ambito estrattivo ATE g19, localizzato all'estremità sud-occidentale di Isola Mezzadra. Sebbene attualmente l'attività estrattiva risulti sospesa e la zona B sia in diretto collegamento con il fiume Po, risultando di fatto ininfluenza al fine della valutazione della falda freatica, si è ritenuto opportuno segnalare in cartografia tali ambiti in quanto potenzialmente potrebbero essere utilizzati per smaltimenti abusivi di rifiuti.

4.4 – VULNERABILITA' DELLE ACQUE AI NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nel *“Programma di Tutela ed Uso delle Acque (P.T.U.A.)”*, in accordo con quanto stabilito dal D.lgs. 152/99, la valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee e superficiali è stata effettuata attraverso un approccio di tipo pedologico-idrogeologico, che considera la capacità protettiva dei suoli e le caratteristiche dell'acquifero, integrato dalla conoscenza della distribuzione della pressione esercitata sul territorio dai carichi di origine agricolo – zootecnica e civile, al fine di ottenere una stima della vulnerabilità integrata del territorio regionale, che ha portato alla definizione di macroaree, ridefinite successivamente su base comunale, con differenti condizioni di vulnerabilità.

All'interno del P.T.U.A., il Comune di Spinadesco è stato inserito, nell'elenco di cui all'Appendice D delle relative Norme Tecniche di Attuazione, all'interno delle *“zone di attenzione”* (Tab. C).

Successivamente, il territorio comunale di Spinadesco, con D.G.R. 11 ottobre 2006 n. 8/3297 *“Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.lgs. 152/2006: criteri di designazione e individuazione”*, è stato inserito nell'elenco dei comuni interamente compresi nell'area vulnerabile da nitrati provenienti da fonti agricole (agro-zootecniche); detto elenco, di cui ad All. 2 della delibera sopraccitata, sostituisce l'elenco dell'Appendice D delle N.T.A. del P.T.U.A..

I riferimenti normativi principali a livello nazionale sono rappresentati dal D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 *“Norme in materia ambientale”* ed il D.lgs. 16 gennaio 2008 n. 4 *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”*, mentre in Regione Lombardia allo stato attuale trovano applicazione le norme stabilite dalla L.R. 15 dicembre 1993 n. 37 *“Norme per il trattamento, la maturazione e l'utilizzo dei reflui zootecnici”*, nel rispetto della direttiva comunitaria 676/91/CEE (Direttiva Nitrati), e dal suo regolamento attuativo.

Bibliografia

A.N.P.A. (2001) – *“Linee guida per la redazione e l’uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento”* – A cura di De Mario M., Civita M., Farina M., Zavatti A. – I.G.E.R., Roma.

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

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

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

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

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

5. CARTA GEOLOGICO – TECNICA (TAV. 5)

5.1 PREMESSA

La caratterizzazione geologico-tecnica del territorio all'interno della pianificazione urbanistica comunale rappresenta una componente di notevole importanza.

Particolare rilevanza assume nelle zone di pianura in cui l'estrema complessità dei depositi alluvionali determinano spesso importanti variazioni delle caratteristiche litostratigrafiche e geologico-tecniche dei terreni di fondazione sia in senso orizzontale che verticale.

La definizione preliminare di tali caratteristiche è stata estesa, sulla base delle indagini indirette disponibili, alla porzione centro-settentrionale del territorio comunale, escludendo le aree che, in base alle vigenti normative in tema di difesa del suolo (L. 183/1989 e s.m.i.), sono considerate inedificabili oppure edificabili solamente nei casi particolari previsti dalle *“Norme di Attuazione”* del P.A.I.. Pertanto, come rappresentato in cartografia, sono state escluse dall'analisi geologico-tecnica tutte le aree ricadenti all'interno della zona golenale del fiume Po che si sviluppano a sud dell'argine maestro, il quale coincide peraltro con il limite esterno della Fascia A e/o Fascia B del P.A.I..

Al fine di fornire un elaborato il più completo ed aggiornato possibile, in aggiunta alle indagini geognostiche già utilizzate nel precedente studio geologico di supporto al P.R.G. comunale (ottobre 2001), derivanti da una difficoltosa ricerca di dati ed informazioni sufficientemente attendibili, sono stati utilizzati i risultati di studi e relazioni geologico-tecniche disponibili presso lo scrivente e/o reperite presso l'Ufficio Tecnico comunale.

Le nuove indagini geognostiche, che come le precedenti sono rappresentate principalmente da prove penetrometriche statiche C.P.T. e dinamiche S.C.P.T., hanno permesso di definire con maggiore dettaglio alcune porzioni di territorio che apparivano carenti dal punto di vista della caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni, con particolare riferimento alla zona localizzata ad est rispetto al centro edificato di Spinadesco ed occupata dallo stabilimento dell'Acciaieria Arvedi, polo industriale di notevole importanza nell'ambito territoriale in esame.

Utilizzando i risultati delle indagini geognostiche in possesso, sono state rappresentate in Tav. 5 *“Carta geologico-tecnica”* le colonne litostratigrafiche di un numero complessivo di

24 prove penetrometriche e di n. 2 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, che permettono di fornire un quadro generale discretamente approfondito della tematica geologico – tecnica, che deve rappresentare un punto di riferimento in fase di pianificazione degli interventi edificatori, nonché fornire un supporto ai tecnici nella programmazione delle indagini geognostiche necessarie alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo per ogni singolo intervento.

Al margine destro delle colonne stratigrafiche esplicative sono state espresse tramite sigle le caratteristiche litologiche (G: ghiaia, S: sabbia, L: limo, A: argilla, T: torba), mentre al margine sinistro sono stati indicati i valori di Rpm (resistenza media alla punta, espressa in Kg/cm^2) relativi alle prove statiche C.P.T. oppure i valori di N_{30} (numero di colpi medio necessari per un'infissione di 30 cm nel terreno della punta) relativi alle prove dinamiche S.C.P.T.; in riferimento ai sondaggi geognostici a rotazione, sono riportati i valori di N_{spt} , relativi alla prova dinamica S.P.T. (Standard Penetration Test), realizzati all'interno del foro di sondaggio (relativi ad un'infissione effettiva di 30 cm).

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

La rappresentazione cartografica realizzata permette di caratterizzare il territorio, dal punto di vista geologico-tecnico, sia in senso orizzontale che verticale, mediante l'utilizzo di una metodologia attraverso la quale viene assegnato ai terreni di fondazione, ad intervalli di profondità prefissati, un giudizio sintetico generale sulle loro caratteristiche geomeccaniche, come descritto nel paragrafo che segue.

5.2 MODALITA' DI ESPRESSIONE DEL GIUDIZIO SINTETICO RELATIVO ALLE CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La metodologia utilizzata, descritta nel quaderno "*Engineering Geological Maps*", opportunamente adeguata al contesto territoriale in esame, permette di assegnare alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione un giudizio qualitativo sintetico, attraverso il quale è possibile produrre una caratterizzazione geologico-tecnica preliminare del territorio.

Il giudizio soggettivo associato alle diverse aree, omogenee sia dal punto di vista litologico che geomeccanico, viene assegnato secondo intervalli di profondità prefissati, scelti in funzione delle più comuni tipologie di fondazione e del volume significativo di terreno generalmente interessato dai carichi applicati dalle sovrastrutture attraverso le strutture di fondazione.

Gli intervalli di profondità stabiliti sono tre:

- primo intervallo: compreso tra 1,00 m e 2,50 m dal p.c., è direttamente influenzato da fondazioni dirette superficiali (plinti, continue, travi rovesce, platee);
- secondo intervallo: compreso tra 2,50 m e 5,00 m dal p.c., è direttamente coinvolto dai sovraccarichi applicati con le fondazioni dirette;
- terzo intervallo: compreso tra 5,00 m dal p.c. e la massima profondità raggiunta dall'indagine geognostica, è direttamente influenzato da fondazioni indirette profonde (pali).

Nell'individuazione dei livelli sopra riportati, è stato escluso lo strato superficiale pari ad 1,00 m, in quanto esso risulta generalmente poco adatto alla posa di opere di fondazione a causa della presenza della componente organica e dei problemi legati alla gelività.

Ad ogni singolo intervallo di profondità è stato associato un tratteggio diverso, ossia verticale per il primo intervallo, orizzontale per il secondo intervallo ed obliquo per il terzo intervallo.

Il giudizio sintetico relativo alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione viene espresso secondo la seguente modalità:

- *rosso*: "scarse" qualità geomeccaniche
- *blu*: "sufficienti" qualità geomeccaniche
- *verde*: "buone" qualità geomeccaniche

Il giudizio qualitativo riferito ad ogni verticale di indagine viene rappresentato in cartografia all'interno di una colonna suddivisa nei tre differenti intervalli di profondità; esso rappresenta un'indicazione soggettiva che fornisce una preliminare valutazione del carico ammissibile dei terreni, a prescindere dalla tipologia delle strutture di fondazione, e dei

potenziali cedimenti teorici attesi in seguito all'applicazione dei sovraccarichi caratteristici delle opere più comuni.

L'estensione, ad interi ambiti territoriali, del giudizio sintetico relativo ad ogni singola prova, è stata effettuata in seguito ad una valutazione ragionata delle proprietà geomeccaniche prevalenti dei terreni di fondazione in essi ricadenti, dando priorità, in via cautelativa, a quelle più scadenti dal punto di vista geologico-tecnico.

La delimitazione degli ambiti omogenei, riferiti a tutti e tre gli intervalli di profondità adottati, deve essere ritenuta puramente indicativa, in quanto l'ampia variabilità delle caratteristiche litologiche e geomeccaniche, tipica dei terreni alluvionali, non permette di individuare un limite netto tra differenti episodi deposizionali.

Rispetto a quest'ultima considerazione, si può ritenere anomalo il confine rappresentato dalla scarpata morfologica di passaggio tra i terreni würmiani e le alluvioni oloceniche del Po. Tale limite naturale, che rappresenta il netto passaggio tra due distinte unità geologiche e morfologiche, separa ambiti aventi condizioni litologiche, geomeccaniche, idrologiche ed idrogeologiche completamente diverse; in funzione di ciò, la scarpata morfologica dovrà essere anche considerata come un limite netto alle possibilità di pianificazione.

5.3 PRINCIPALI RISULTATI EMERSI

Sulla base della rappresentazione grafica delle caratteristiche geologico – tecniche del territorio comunale, ed in particolare del giudizio sintetico espresso per ogni livello litologico, si possono esprimere le indicazioni emerse dall'analisi complessiva dei terreni di fondazione.

L'eterogeneità dell'assetto litostratigrafico, tipica dei depositi che hanno avuto origine dalla dinamica fluviale, caratterizzata da frequenti variazioni dell'energia trattiva delle correnti, determina condizioni deposizionali diverse che portano alla formazione di ripetute sequenze litostratigrafiche.

La coltre alluvionale oggetto di indagine ha evidenziato nella porzione più profonda indagata (> 5,00 m dal p.c.) caratteristiche litologiche e geomeccaniche decisamente favorevoli nella maggior parte del territorio comunale, in particolare in corrispondenza del

terrazzo wurmiano che caratterizza l'ambito territoriale posto a nord della scarpata morfologica che si sviluppa in prossimità del centro abitato di Spinadesco.

I terreni di fondazione presentano, a profondità superiori a m. 5,00 e sino alle massime profondità investigate, proprietà geologico-tecniche generalmente da buone a molto buone, essendo essi caratterizzati da litologie prevalentemente sabbioso-limose, sabbiose e sabbioso-ghiaiose cui corrispondono valori di resistenza alla punta $R_p > 60 \text{ Kg/cm}^2$ e valori di $N_{30} = 9 \div 15$, in grado di sopportare gli usuali carichi applicati dalle opere più comuni senza subire cedimenti significativi.

A sud della citata scarpata morfologica, un'ampia fascia di territorio che si sviluppa in ambito alluvionale, il cui limite inferiore viene indicativamente fatto coincidere con l'argine secondario ed in parte con l'argine maestro, al cui interno si pone in evidenza la presenza del Colatore Riglio e del Canale Navigabile, sembrerebbe presentare, sulla base delle indagini geognostiche disponibili in tale ambito, livelli argillosi, argilloso-limosi e/o argilloso-torbosi a profondità comprese generalmente tra m. 5,00 e m. 10,00 da p.c., cui seguono in profondità terreni sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi di buona compattezza.

In corrispondenza dell'Acciaieria Arvedi, con riferimento alle prove statiche C.P.T. n. 23 e 24 ed al sondaggio geognostico S2, tale livello argilloso-torboso con scadenti proprietà geologico-tecniche si rileva dalla superficie sino a circa m. 6,00÷7,50 da p.c., sostituito in profondità da livelli in prevalenza sabbioso-limosi e/o limoso-sabbiosi.

Detti terreni, cui è stato attribuito un giudizio di "scarso" relativamente alle caratteristiche geomeccaniche, sembrano pertanto essere caratterizzati da materiali a granulometria fine e scarsa densità, e rappresentano il deposito alluvionale accumulatosi nel corso delle esondazioni del fiume Po nelle aree più distali rispetto all'alveo stesso.

I materiali del livello compreso fra m. 2,50 e m. 5,00 di profondità dal p.c. sono generalmente rappresentati da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, cui corrispondono valori di $R_p > 40 \text{ Kg/cm}^2$ e $N_{30} > 6$. I terreni presentano buone caratteristiche geologico-tecniche, ampiamente compatibili con il campo di tensioni generalmente applicato dalle opere più comuni, specialmente in corrispondenza del Piano Generale Terrazzato wurmiano a nord della scarpata morfologica, ad eccezione di una ristretta area ad ovest del centro abitato di Spinadesco dove si rileva un aumento della matrice limosa e/o

argillosa, che permette comunque di assegnare un giudizio di “sufficiente” alle proprietà geomeccaniche dei terreni.

Una maggiore presenza della componente limosa rispetto a quella sabbiosa è stata rilevata anche attraverso le indagini realizzate all'interno delle alluvioni oloceniche a sud della scarpata morfologica principale, dove i terreni presentano caratteristiche geologico-tecniche sufficienti a sopportare la maggior parte dei carichi trasmessi e senza subire cedimenti rilevanti in grado di influire sulla stabilità delle opere realizzate in superficie.

Come riportato in precedenza, in corrispondenza dell'Acciaieria Arvedi la disponibilità di un adeguato numero di indagini geognostiche ha permesso di individuare anche alle profondità comprese tra m. 2,50 e m. 5,00 un livello argilloso e/o argilloso torboso con mediocri proprietà geologico-tecniche, alle quali è stato assegnato un giudizio di “scarso” specialmente in relazione alla possibilità che i cedimenti teorici previsti possano essere di entità non trascurabile, potenzialmente incompatibili con le strutture qualora sottoposti a sovraccarichi consistenti.

Per quanto riguarda il livello più superficiale, compreso tra m. 1,00 e m. 2,50 da p.c., si rileva la presenza di litologie piuttosto variabili ed eterogenee in tutto il territorio comunale, caratterizzate sia da depositi incoerenti sabbiosi e sabbioso-limosi che da depositi coesivi argillosi ed argilloso-limosi. In riferimento alle caratteristiche geologico-tecniche di detti terreni, si è ritenuto opportuno assegnare quasi esclusivamente il giudizio di “sufficiente”, essendo esse tali da non pregiudicare sfavorevolmente le possibilità edificatorie.

Anche in corrispondenza dell'area indagata con la S.C.P.T. n° 8, che presenta comunque valori di $N_{30} \geq 3$, che nel precedente studio geologico di supporto allo strumento urbanistico comunale era stata segnalata per le scadenti proprietà geomeccaniche dei terreni in posto, il giudizio di sufficiente è stato assegnato in ragione dei risultati ottenuti recentemente in un'area ad essa limitrofa con le indagini penetrometriche dinamiche S.C.P.T. n. 19 e n. 20, mediante le quali è stato individuato il medesimo livello limoso e/o limoso-sabbioso, che può essere ritenuto compatibile con i carichi trasmessi dalle opere più comuni.

In corrispondenza dell'Acciaieria Arvedi, anche la coltre alluvionale più superficiale è caratterizzata da depositi argillosi, limoso-argillosi e/o sabbioso-argillosi; ad essi è stato

assegnato un giudizio di “scarso” relativamente alle caratteristiche di capacità portante dei terreni.

In particolare, l'elevata compressibilità dei materiali coesivi potrebbe dare luogo in tali zone a cedimenti assoluti e differenziali non compatibili con il campo di tensioni più frequentemente trasmesse al terreno dalla maggior parte delle opere.

5.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche disponibili, all'interno della Tav. 5 “*Carta geologico-tecnica*” è stata realizzata una zonazione del territorio comunale, ad esclusione delle zone inedificabili oppure edificabili solamente nei casi particolari previsti dalle “*Norme di Attuazione*” del P.A.I., ricadenti in Fascia A e Fascia B del P.A.I., sulla base del giudizio sintetico soggettivo relativo alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni di fondazione indagati, secondo una metodologia che prevede la caratterizzazione qualitativa dei terreni stessi secondo intervalli di profondità prefissati.

Questi, opportunamente scelti in funzione delle tipologie di fondazione più comuni nel contesto territoriale in esame, sono rappresentati da un intervallo superficiale (1,00÷2,50 m da p.c.), un intervallo intermedio (2,50÷5,00 m da p.c.) e da un intervallo profondo (>5,00 m da p.c.).

In generale, i terreni di fondazioni che presentano le caratteristiche geologico-tecniche migliori, ai quali è stato assegnato un giudizio qualitativo da sufficiente a buono in tutti gli intervalli di profondità considerati, sono i depositi alluvionali sabbiosi, sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi che caratterizzano il ripiano terrazzato del Livello Fondamentale della Pianura, che si estende a nord della scarpata morfologica che si sviluppa trasversalmente al territorio comunale in prossimità del centro abitato di Spinadesco.

Le medesime considerazioni possono essere estese ai depositi alluvionali della valle del fiume Po che si sviluppano indicativamente tra l'argine maestro e l'argine secondario, come rappresentato in cartografia.

I terreni che presentano proprietà geomeccaniche scadenti sono stati individuati perlopiù in corrispondenza di una ristretta fascia di territorio che si sviluppa tra la scarpata

morfologica, il sopraccitato argine secondario ed il tratto occidentale dell'argine maestro, all'interno delle alluvioni medio-recenti del fiume Po.

La presenza di depositi argillosi, argillosi con torba ed argilloso-limosi nei livelli più superficiali, da p.c. sino ad una profondità di circa m. 10,00 nelle aree più occidentali, è legata agli ambienti a bassa energia idraulica che si sono instaurati in tempi passati nelle zone distali dal corso d'acqua nel corso di successive esondazioni ed è dovuta alla progressiva decantazione della granulometria più fine in sospensione.

In considerazione delle scadenti proprietà geologico-tecniche dei terreni che caratterizzano tale porzione di territorio, eventuali interventi edificatori dovranno essere preceduti da specifiche indagini geognostiche in grado di verificare in modo approfondito le proprietà geomeccaniche ed idrogeologiche dei terreni di fondazione, al fine di dimensionare in modo adeguato le strutture di fondazione, con particolare attenzione ai cedimenti teorici previsti, che nel caso in esame possono essere tali da influire in modo significativo sulla stabilità delle opere in superficie.

Nella rimanente porzione di territorio comunale, indagata attraverso le indagini geognostiche descritte, le condizioni per l'edificabilità sono invece generalmente favorevoli.

Si riportano in All. 5a le colonne stratigrafiche interpretative dei dati litostratigrafici e geomeccanici dei terreni indagati attraverso le indagini geognostiche, nonché il relativo giudizio sintetico sulle qualità geomeccaniche del materiale, così come riportate in Tav. 5.

* * * *

In riferimento al livello della falda freatica, sulla base dei livelli piezometrici rilevati in corrispondenza dei fori di indagine geognostica oppure sulla base di misure freaticometriche effettuate all'interno di piezometri opportunamente installati, è possibile individuare ben definite porzioni di territorio con differenti valori di soggiacenza della falda.

In generale, in corrispondenza del terrazzo wurmiano che si sviluppa a nord della scarpata morfologica, la soggiacenza della falda freatica presenta valori generalmente compresi tra m. 5,00 e m. 8,00 da p.c., mentre in corrispondenza della fascia di territorio immediatamente a sud di detta scarpata, all'interno del settore ribassato caratterizzato

dalle alluvioni oloceniche del fiume Po, il livello piezometrico della falda è stato rilevato generalmente a profondità comprese tra m. 2,00 e m. 3,00 da p.c..

Anche i dati mensili rilevati presso la rete di monitoraggio piezometrica della falda freatica della Discarica per Rifiuti Non Pericolosi Inertizzati presente all'interno dello Stabilimento produttivo dell'Acciaieria Arvedi, reperiti presso l'Ufficio Tecnico comunale, confermano in ambito locale i valori medi di soggiacenza della falda freatica sopra indicati.

Per quanto concerne la parte di territorio compresa tra l'argine maestro e l'alveo del fiume Po, la soggiacenza della falda freatica è strettamente connessa alle variazioni legate al regime idrometrico del corso d'acqua.

Anche nelle aree comprese tra l'argine secondario (golenale) a sud del Colatore Riglio e l'argine maestro, il livello piezometrico della falda freatica è legato all'effetto drenante operato dall'alveo del Po, in contatto idraulico con il serbatoio freatico che lo alimenta.

Bibliografia

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

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

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

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

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

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

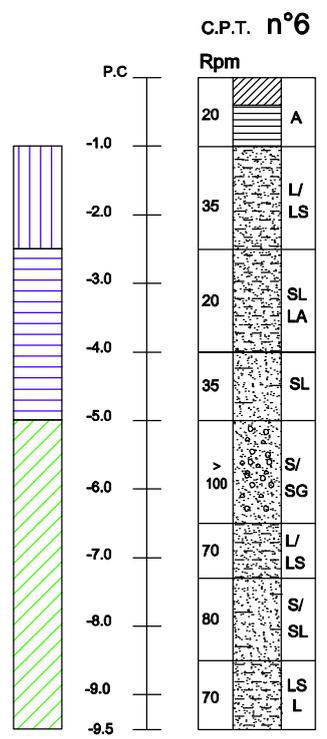
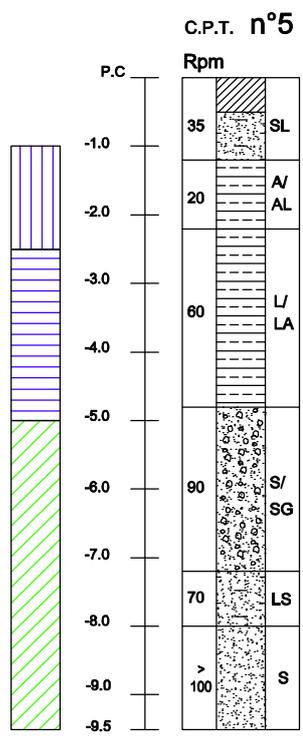
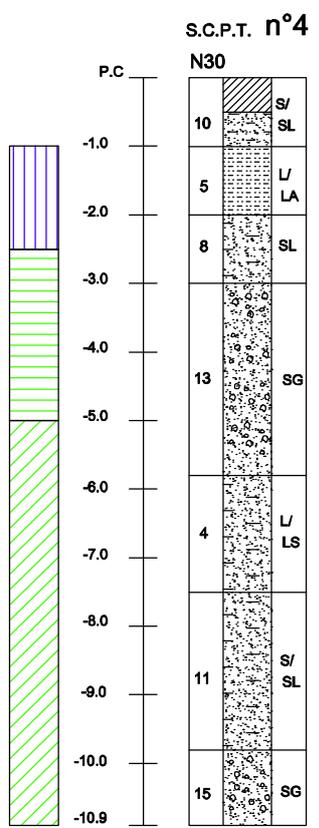
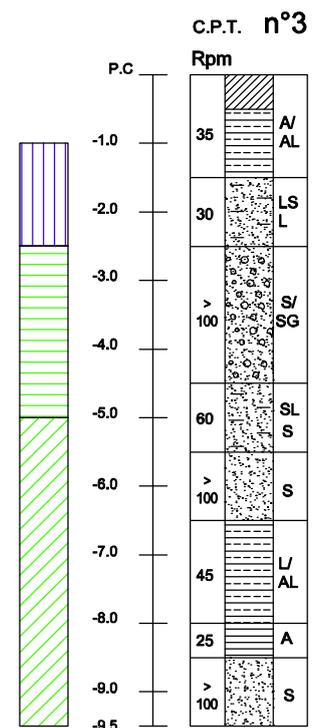
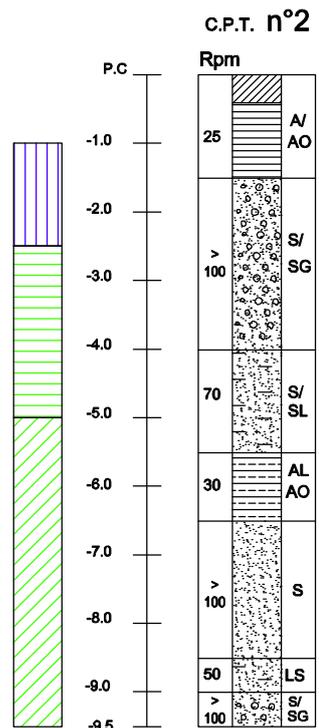
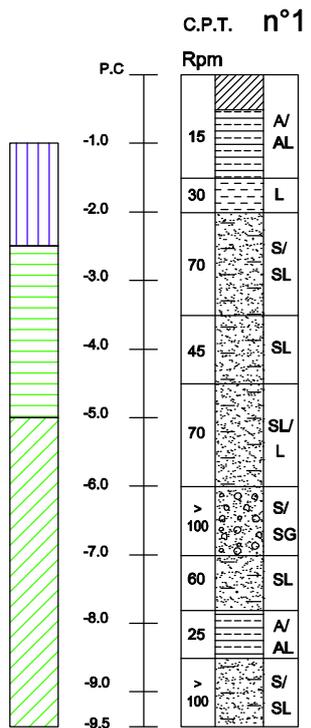
COPRAT SOC. COOP., DR. C. BAGOLINI (2009) – *“Acciaieria Arvedi S.p.A. – Piano Attuativo per impianti produttivi conforme al P.R.G..vigente, artt. 12;14;25-LR 12/2005 – Relazione geologica, idrogeologica, geotecnica”* – Comune di Spinadesco (CR).

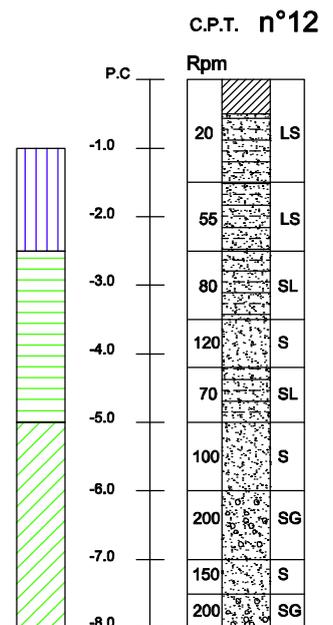
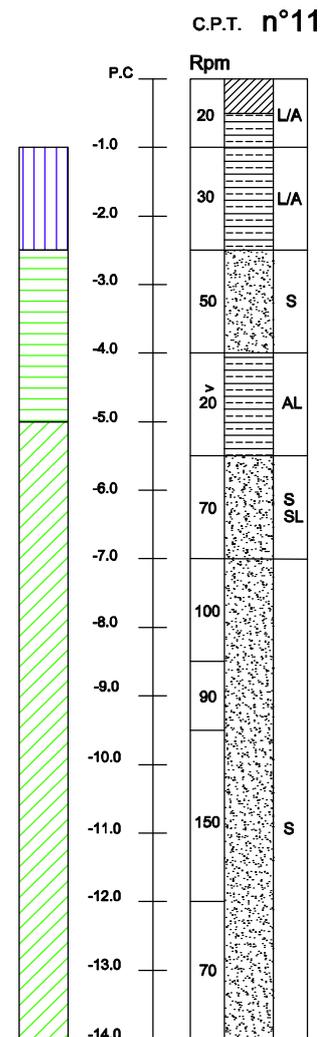
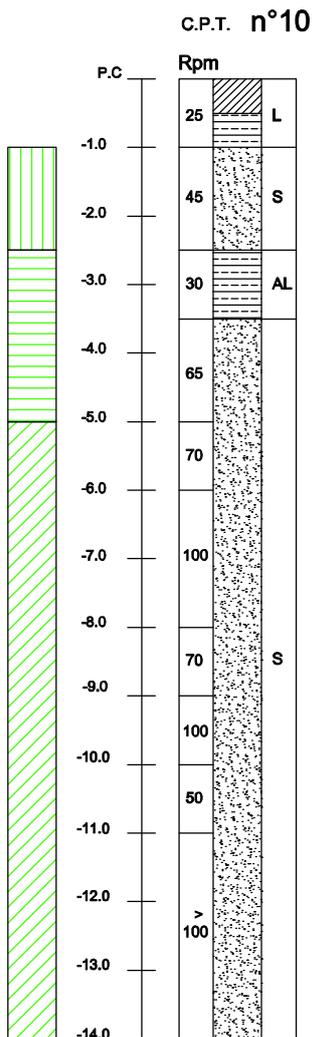
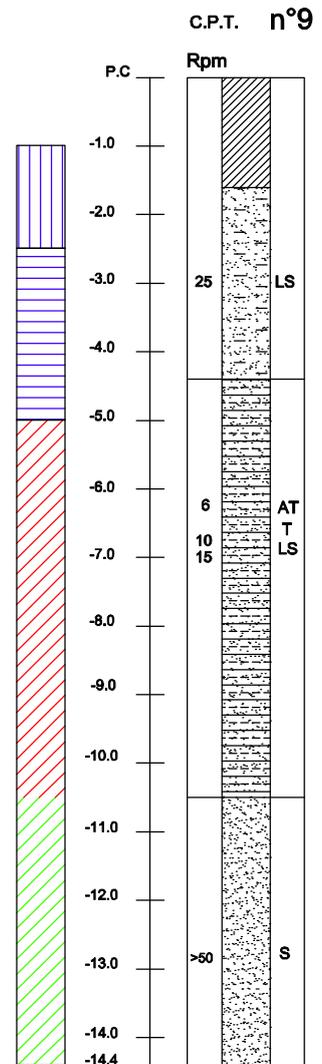
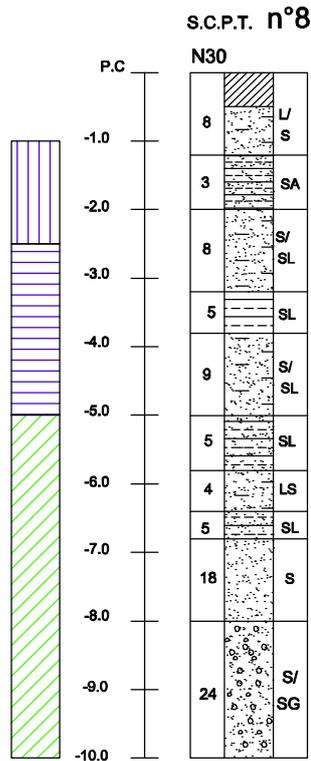
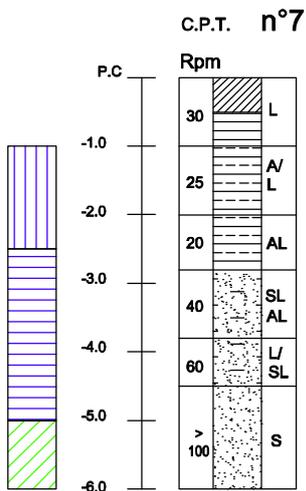
LANCELLOTTA R. (1997) – *“Geotecnica”* – Zanichelli Editrice, Bologna.

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

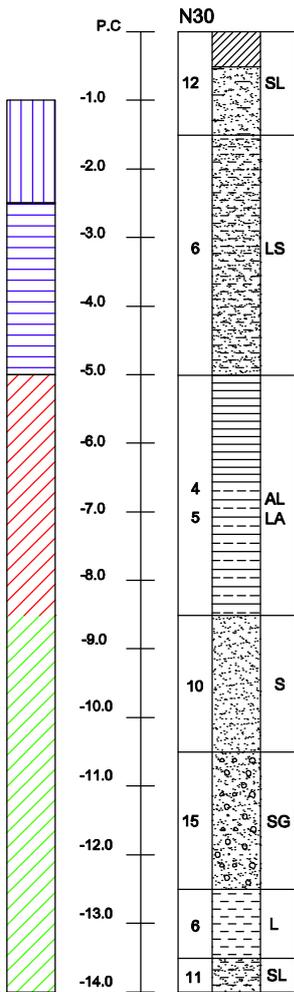
All. 5a

**COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE DEI DATI
LITOSTRATIGRAFICI E GEOMECCANICI DEI TERRENI INDAGATI E
GIUDIZIO SINTETICO SULLE QUALITA' GEOMECCANICHE DEL MATERIALE**

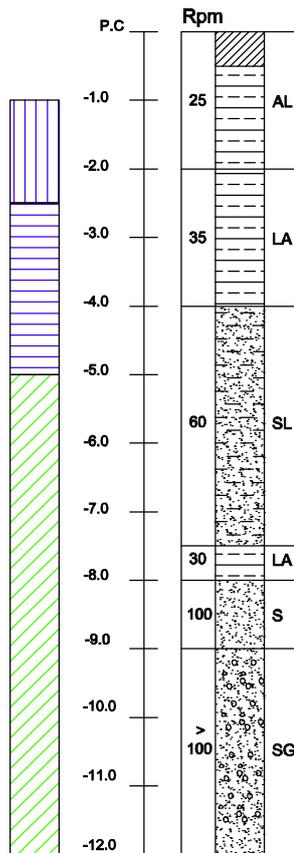




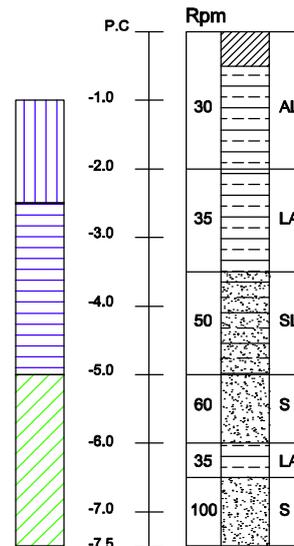
S.C.P.T. n°13



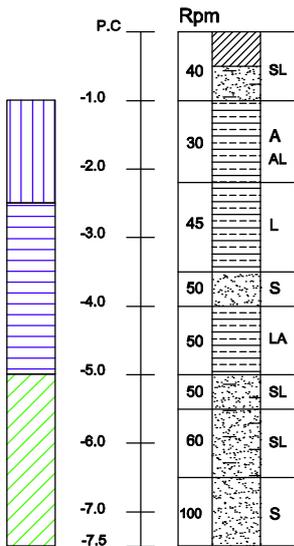
C.P.T. n°14



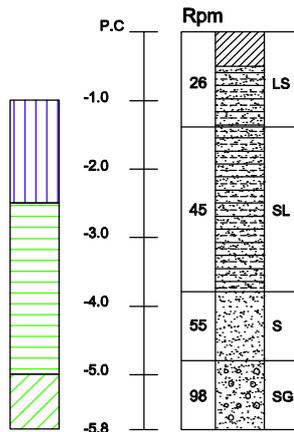
C.P.T. n°15



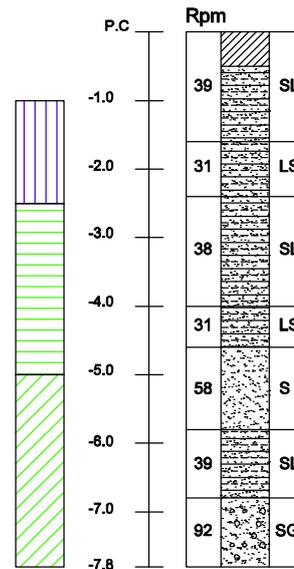
C.P.T. n°16



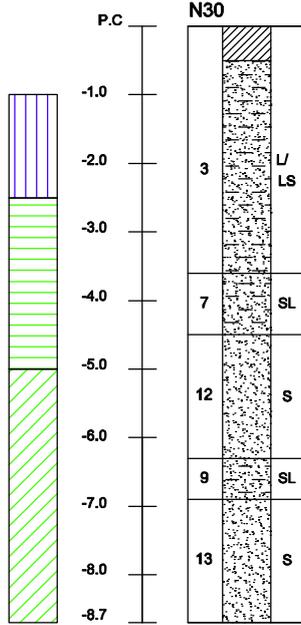
C.P.T. n°17



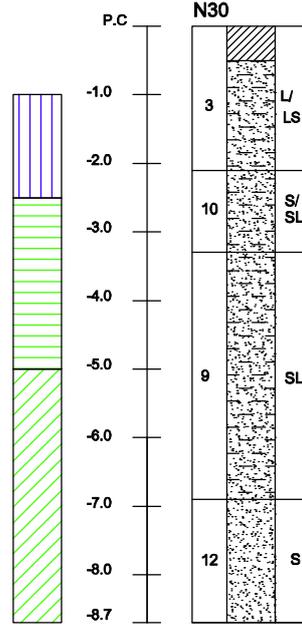
C.P.T. n°18



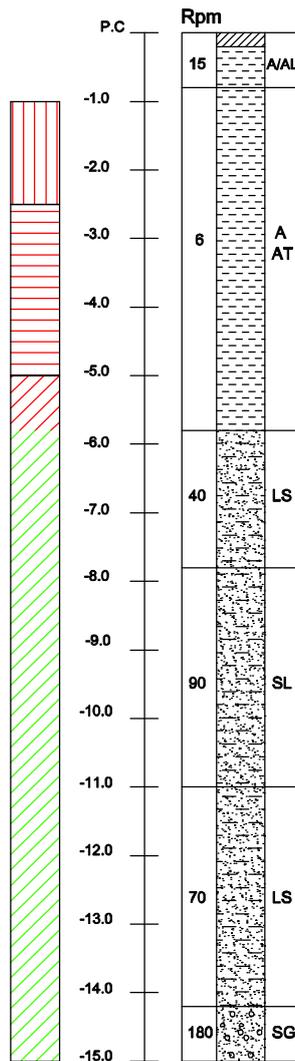
S.C.P.T. n°19



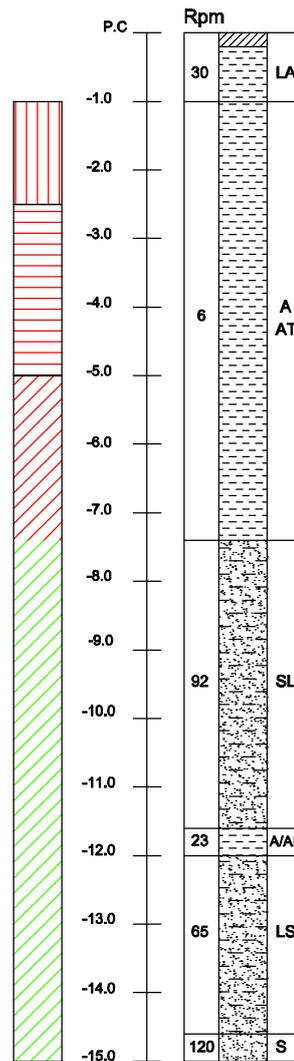
S.C.P.T. n°20



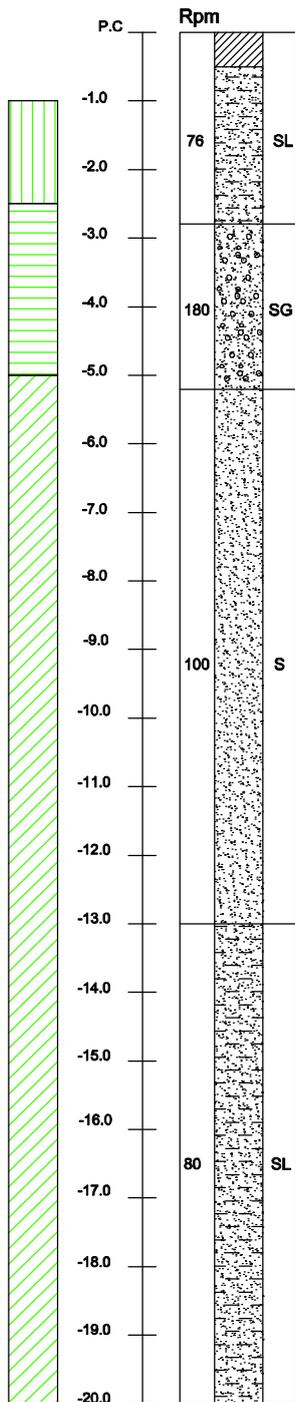
C.P.T. n°23



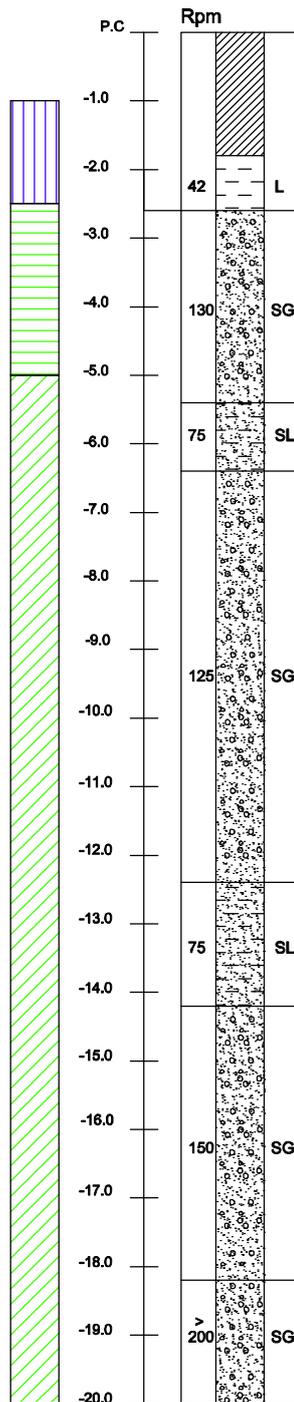
C.P.T. n°24

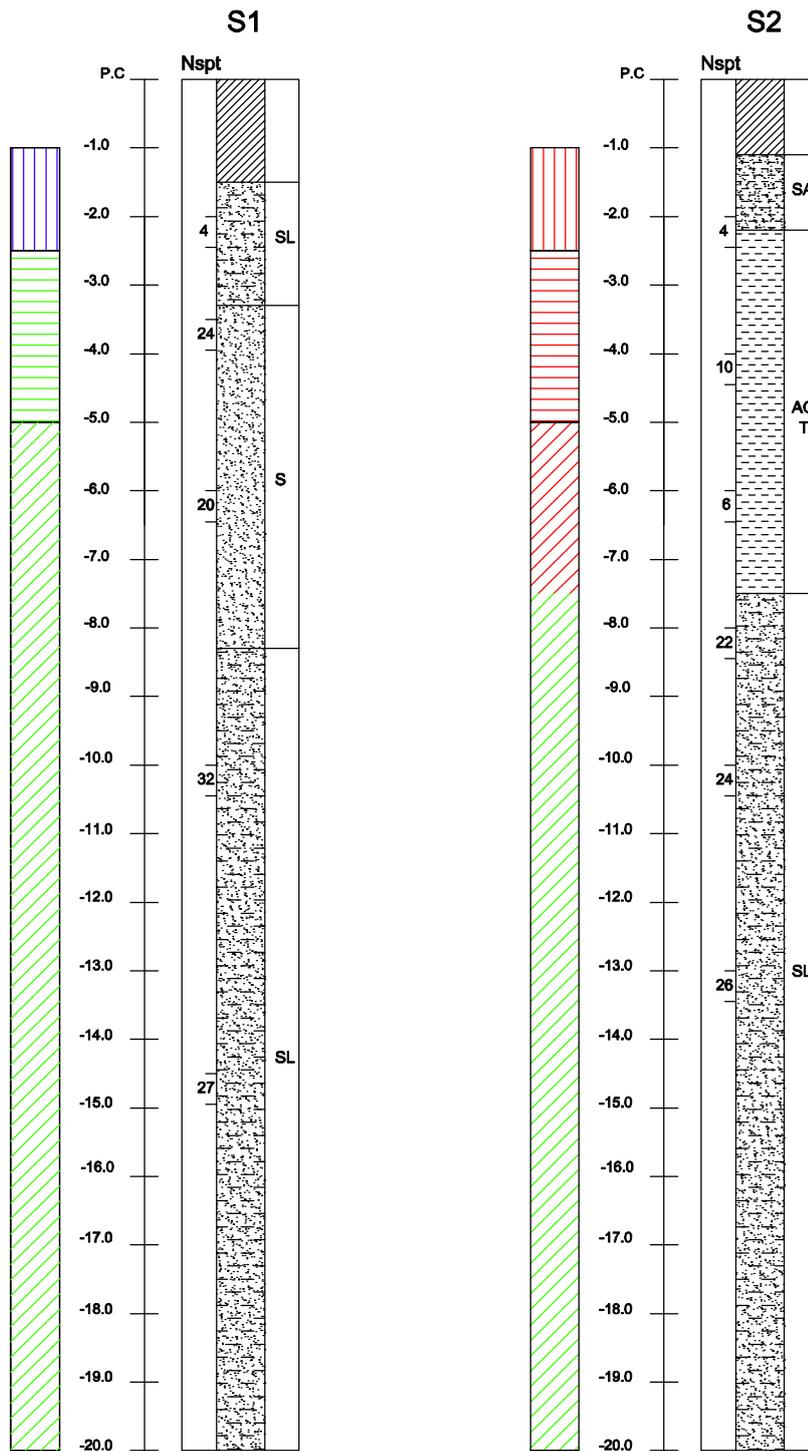


C.P.T. n°21



C.P.T. n°22





6 – CARTE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 6, TAV. 7)

6.1 – INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il riferimento normativo principale relativamente alla progettazione, all'esecuzione ed al collaudo delle costruzioni è rappresentato dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*", **entrato in vigore per tutte le tipologie di costruzioni**, dopo un periodo sperimentale, il 1° luglio 2009.

Lo stesso D.M. 14 gennaio 2008, tuttavia, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, così come definite nel decreto stesso (Cap. 2), e limitatamente ai siti ricadenti in Zona Sismica 4, ammette, in paragrafo 2.7, il riferimento, per quanto riguarda le opere ed i sistemi geotecnici, al D.M. 11 marzo 1988 "*Norme Tecniche per i terreni, le rocce e la stabilità dei pendii*" e relativa c.m. 24 settembre 1988 n. 30483, nonché al D.M. 16 gennaio 1996 "*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*" e relativa c.m. 10 aprile 1997 n. 65.

Il rispetto delle disposizioni del D.M. 14-01-08 è in ogni caso obbligatorio per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico per finalità di protezione civile, nonché per gli edifici e le opere infrastrutturali rilevanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, ricadenti rispettivamente in classe d'uso IV e classe d'uso III, come riportato nel decreto ministeriale.

L'elenco degli edifici e delle opere strategiche e rilevanti, approvato con D.d.u.o. 21 novembre 2003 n°19904, viene riportato in All. 6a in calce al capitolo.

Successivamente all'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008, la Regione Lombardia ha emanato la d.g.r. 7374/2008, che rappresenta la delibera di riferimento nel presente studio, all'interno della quale viene più volte sottolineata l'importanza di una corretta definizione della componente sismica del P.G.T. comunale, da realizzarsi sulla base delle disposizioni nazionali e delle indicazioni tecniche previste dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*".

L'O.P.C.M., che suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche, identificate attraverso una numerazione crescente al diminuire del sisma atteso, con successive integrazioni e/o modificazioni, è entrata in vigore, per gli aspetti relativi alla classificazione sismica, il 23 ottobre 2005, in coincidenza con l'entrata in vigore del D.M. 14 settembre 2005 *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*, il quale recepisce ed integra sia la documentazione tecnica dell'O.P.C.M. 3274/03 che la classificazione sismica in essa proposta.

Il Comune di Spinadesco, sulla base delle disposizioni dell'O.P.C.M. 3274/2003, è stato inserito in Zona Sismica 4, come confermato dalla Regione Lombardia con D.G.R. 14964/03 *“Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»”*.

In recepimento del D.M. 14 settembre 2005 e delle indicazioni riportate in All. 1 dell'O.P.C.M. 3274/03, è stata emanata successivamente l'O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 *“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*, dove viene indicato che l'individuazione delle zone sismiche dovrà assumere come riferimento la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Allo stato attuale, come riportato all'interno della d.g.r. 7374/2008, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 la determinazione della azioni sismiche in fase di progettazione **non** è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, sulla base di un reticolo di riferimento esteso all'intero territorio nazionale.

Come descritto nell'All. A del D.M. 14 gennaio 2008, l'azione sismica di riferimento per la progettazione dovrà essere definita sulla base dei valori stimati di pericolosità sismica proposti dall'I.N.G.V. all'interno del *“Progetto S1”*, successivamente elaborati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e riportati nelle tabelle di cui ad All. B del citato D.M..

Pertanto, la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/03 e dell'O.P.C.M. 3519/06) ha un significato esclusivamente amministrativo, e

nell'analisi della componente sismica del territorio comunale individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

La metodologia di valutazione proposta dalla Regione Lombardia in All. 5 della d.g.r. 7374/2008, *“Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.”*, prevede difatti **tre livelli di approfondimento** con grado di dettaglio in ordine crescente; essa aggiorna le precedenti procedure di analisi, basandosi sui risultati ottenuti su alcune aree campione in territorio regionale dallo studio – pilota *“Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in determinati Comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003”*, redatto dal Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale (marzo 2005), successivamente integrati e/o modificati in funzione delle nuove disposizioni riportate nel D.M. 14 gennaio 2008.

Con l'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008, dunque, il concetto di zonazione sismica è stato totalmente superato, sostituito da un approccio di tipo quantitativo–probabilistico ed interpolatorio-deterministico, che ha portato alla definizione ed alla realizzazione di un reticolo di riferimento su tutto il territorio nazionale, attraverso il quale è possibile determinare l'azione sismica agente sulle costruzioni in un generico sito.

Con tale metodologia le azioni sismiche di progetto, e quindi la pericolosità sismica di un generico sito di costruzione, presenta una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio, in funzione sia dei parametri (a_g , F_o , T_c^*) che, secondo differenti tempi di ritorno (T_R), definiscono le forme spettrali e la **“pericolosità sismica di base”**, sia del fattore suolo (S), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica) che caratterizzano la **“risposta sismica locale”**.

Sulla base della situazione normativa sopra esposta, all'interno del presente studio l'analisi della componente sismica viene affrontato seguendo i criteri di cui alla d.g.r. 7374/2008, approfondendo anche alcuni argomenti trattati nel D.M. 14 gennaio 2008, quali ad esempio la definizione di pericolosità sismica e la valutazione dell'accelerazione di progetto da utilizzare nella verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione.

6.2 – DEFINIZIONE DI RISCHIO SISMICO E DI PERICOLOSITA' SISMICA

La valutazione del rischio sismico (R) associato ad un evento tellurico è funzione della pericolosità (P), distinta in pericolosità sismica di base (PSB) ed in pericolosità sismica locale (PSL), della vulnerabilità (V) e del valore esposto (E), concetti di seguito brevemente descritti:

- **Pericolosità sismica di base (PSB)**: rappresenta la probabilità che l'evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito con riferimento ad un terremoto standard di riferimento;
- **Pericolosità sismica locale (PSL)**: rappresenta una stima a scala di dettaglio delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in cui si prevede l'evento sismico (condizioni locali);
- **Vulnerabilità (V)**: rappresenta il grado di suscettibilità del territorio agli effetti negativi prodotti dal fenomeno considerato, ovvero l'attitudine dell'elemento a rischio a subire danni, ed è funzione della distribuzione dell'urbanizzato, della densità della popolazione, della distribuzione delle attività e dei servizi pubblici, dell'ambiente naturale;
- **Valore esposto (E)**: rappresenta il valore socio – economico relativo agli elementi a rischio ed è funzione della tipologia dell'elemento stesso (ospedali, scuole, case, stalle,...).

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

$$R = P \times V \times E$$

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

In particolare, le analisi e gli studi riguardanti la pericolosità sismica locale (PSL) hanno

permesso di individuare, in determinate caratteristiche proprie del terreno e del suo assetto morfologico, alcune delle cause che possono variare la pericolosità sismica di base (PSB) di un territorio e di conseguenza rendere alcune aree più pericolose di altre.

I differenti effetti che le condizioni locali di un'area possono determinare, sono suddivisi in due categorie principali:

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

All'interno del D.M. 14 gennaio 2008, del quale si fornisce di seguito un breve stralcio, la **pericolosità sismica** costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati.

*“ [...] La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purchè correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa, le **forme spettrali** sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:*

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_o , T_c^ necessari per la determinazione delle azioni sismiche.”*

La pericolosità sismica sopra citata rappresenta la **pericolosità sismica di base**, derivante da studi condotti a livello nazionale, che han portato alla realizzazione del **reticolo o griglia di riferimento**. Individuata, per un determinato tempo di ritorno T_R (**intervallo di riferimento**), l'azione sismica di base, l'azione sismica di progetto viene ottenuta tenendo in considerazione la risposta sismica locale del sito in esame, ossia degli effetti di amplificazione sismica locale esposti in precedenza.

6.3 – METODOLOGIA ADOTTATA

Sulla base delle indicazioni riportate all'interno della d.g.r. 7374/2008, la valutazione della **Pericolosità Sismica Locale (PSL)**, e degli effetti prodotti dalle condizioni locali di una determinata area, avviene attraverso una procedura organizzata in una struttura modulare. Tale procedura prevede tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente:

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

In funzione dello scenario di pericolosità sismica locale (PSL), così come individuato nel 1° livello di approfondimento, e della zona sismica di appartenenza del territorio comunale in

esame, ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/03, si dovrà passare ove previsto ai successivi livelli. Si riporta di seguito la tabella, di cui alla d.g.r. 7374/2008, nella quale sono elencati i principali scenari di pericolosità sismica locale (PSL), individuati attraverso una sigla alfanumerica, e gli effetti che potrebbero verificarsi all'interno delle aree ad essi associate in occasione di evento sismico.

SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL)	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 Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m	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 fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coerenti	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Nella tabella che segue vengono presentati i livelli di approfondimento da effettuare in funzione della zona sismica di appartenenza del territorio comunale, sulla base della classificazione sismica prevista dall'O.P.C.M. 3274/03 – All. 1.

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

In sintesi:

- **1° Livello: fase pianificatoria** – Obbligatorio per tutti i comuni della Regione Lombardia ed esteso a tutto il territorio comunale.
- **2° Livello: fase pianificatoria**
 - Zone sismiche 2 e 3: obbligatorio nelle aree PSL Z3 e Z4 interferenti con l'urbanizzato esistente o di previsione.
 - Zona sismica 4: obbligatorio nelle aree PSL Z3 e Z4 con presenza di edifici strategici e rilevanti.
- **3° Livello: fase progettuale**
 - Quando con il 2° livello di approfondimento il valore di Fa (Fattore di amplificazione) calcolato supera il valore di soglia comunale.
 - Nelle aree PSL Z1 e Z2 (solo per edifici strategici e rilevanti in zona sismica 4).

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale, si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non dovranno essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali, o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

6.4 – APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA AL TERRITORIO COMUNALE

Il Comune di Spinadesco è stato inserito, ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/03 e della d.g.r. 14964/03, in zona sismica 4.

Sulla base delle indicazioni riportate in precedenza, il 1° livello di approfondimento in fase di pianificazione è obbligatorio e deve essere esteso all'intero territorio comunale; in seguito all'analisi delle aree di pericolosità sismica locale (PSL) individuate in questa fase, verrà valutato se sono presenti condizioni tali per cui sia necessaria l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento.

6.4.1 – PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il primo livello di approfondimento prevede la redazione della “*Carta della pericolosità sismica locale di 1° livello*” (Tav. 6, scala 1:10.000), all'interno della quale devono essere rappresentati gli ambiti territoriali caratterizzati dagli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) individuati nel contesto territoriale in esame, in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Gli scenari PSL riconosciuti all'interno del territorio comunale di Spinadesco sono:

- **Scenario PSL Z2:** zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti e zone con depositi granulari fini saturi.
- **Scenario PSL Z4a:** zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

Gli scenari di pericolosità sismica sopra riportati vengono di seguito brevemente illustrati.

6.4.1.1 – SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE Z2 – CEDIMENTI / LIQUEFAZIONI

All'interno dello scenario di pericolosità sismica locale individuato con la sigla Z2, ricadono sia terreni di fondazione particolarmente scadenti che terreni di fondazione caratterizzati da depositi granulari fini saturi.

Tali terreni, dal punto di vista sismico, vengono classificati come “*sismicamente instabili*”, in quanto, in seguito allo sforzo di taglio indotto dall'azione sismica, possono essere soggetti sia a **cedimenti assoluti e differenziali**, dovuti ad un'improvvisa densificazione

del terreno incoerente insaturo oppure determinati dalle scadenti proprietà geotecniche del materiale coesivo, sia saturo che insaturo, che a **fenomeni di liquefazione**, causati dalla perdita di resistenza al taglio di un terreno incoerente saturo a causa di un aumento istantaneo delle pressioni interstiziali, con conseguenti effetti di “fluidificazione” che portano a situazioni di instabilità più o meno gravi.

La verifica della suscettibilità dei terreni di fondazione ai cedimenti ed alla liquefazione, rappresenta in questa fase di pianificazione solamente un’indicazione generale sul comportamento in condizioni sismiche dei materiali oggetto di studio.

Tale verifica non può e non deve sostituire approfondimenti a dettaglio maggiore, da prevedere preliminarmente alla fase progettuale in funzione sia della tipologia dell’opera che dell’utilizzo della stessa, in particolar modo per edifici con funzioni pubbliche e strategiche importanti e/o edifici rilevanti il cui uso prevede affollamenti significativi.

Stima della suscettibilità ai cedimenti in condizioni sismiche

Sulla base dei risultati ottenuti nella precedente fase di valutazione delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni di fondazione, derivanti dall’analisi delle indagini geognostiche disponibili, che ha portato alla zonazione del territorio comunale in aree omogenee dal punto di vista litologico e geomeccanico, come rappresentato in Tav. 5 “*Carta geologico-technica*”, è stato possibile individuare una porzione di territorio caratterizzata perlopiù da litologie che presentano proprietà geomeccaniche scadenti.

Tale fascia di territorio si sviluppa all’interno della valle alluvionale del fiume Po a sud della scarpata morfologica che delimita il terrazzo wurmiano ed è caratterizzata da livelli argillosi, argilloso-limosi e/o argilloso-torbosi a profondità comprese generalmente tra m. 5,00 e m. 10,00 da p.c., al di sotto dei quali si assiste al passaggio a depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con proprietà geologico-tecniche decisamente migliori.

In corrispondenza di detti terreni, cui è stato attribuito un giudizio di “scarso” relativamente alle caratteristiche geomeccaniche, caratterizzati da materiali a granulometria fine e scarsa densità ed elevata compressibilità, potrebbero insorgere cedimenti assoluti e differenziali non compatibili con il campo di tensioni più frequentemente trasmesse al terreno dalla maggior parte delle opere, anche di modeste entità, sia in condizioni statiche

che in condizioni sismiche.

In aggiunta, il basso livello di soggiacenza della falda freatica superficiale, rilevato generalmente a profondità comprese tra m. 2,00 e m. 3,00 da p.c., determina una ulteriore diminuzione della capacità portante dei terreni di fondazione, i quali risultano poco adeguati a garantire la stabilità delle strutture in superficie se non attraverso opportuni interventi di miglioramento delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni di fondazione.

Le aree che ricadono all'interno di detta porzione di territorio rappresentano dunque lo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2, la cui delimitazione, ripresa dalla Tav. 5, è stata rappresentata nella Tav. 6 *“Carta della pericolosità sismica locale di 1° livello”*.

Si sottolinea che la suddivisione areale effettuata si è basata esclusivamente sulla valutazione delle proprietà geologico-tecniche del materiale che caratterizza i terreni di fondazione, a prescindere ovviamente dai parametri di progetto relativi alle strutture di fondazione, alle sovrastrutture ed ai carichi da esse trasmessi al terreno attraverso le fondazioni stesse.

Stima della suscettibilità alla liquefazione di materiale saturo in condizioni sismiche

La valutazione della tendenza alla liquefazione dei terreni di fondazione in caso di eventi sismici è stata effettuata sulla base delle indicazioni presenti nel D.M. 14 gennaio 2008, all'interno del quale si rende obbligatoria la verifica della stabilità del sito di costruzione e di conseguenza delle opere in progetto, in funzione di un'azione sismica di progetto e delle amplificazioni sismiche che l'azione sismica di base subisce per effetto delle condizioni locali.

Il fenomeno denominato **“liquefazione”** è caratteristico di terreni granulari, prevalentemente sabbiosi, che si trovano in condizioni sature, ossia al di sotto del livello piezometrico della falda freatica; in condizioni sismiche, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate, essi tendono ad assumere un comportamento meccanico simile a quello dei liquidi, in seguito ad un aumento istantaneo della pressione interstiziale dell'acqua presente nei vuoti intergranulari ed alla perdita di resistenza al taglio.

L'effetto conseguente è rappresentato da un flusso di materiale, sia in direzione orizzontale che verticale, che può condizionare in modo significativo la stabilità delle opere in superficie, in particolar modo se la quantità di materiale interessata dal rifluimento è considerevole.

A parità di altre condizioni, il fenomeno della liquefazione si verifica con maggiore probabilità in materiali incoerenti sabbiosi e/o sabbioso – limosi con elevato grado di saturazione e basso grado di addensamento, ossia bassa densità relativa D_r (%) ed elevato indice dei vuoti.

La determinazione del potenziale di liquefazione (PL) dei terreni di fondazione nel territorio comunale, e del rischio di liquefazione al quale esso è soggetto, come previsto dalla normativa, è stata effettuata mediante l'utilizzo di due metodi semplificati ampiamente riconosciuti dalla letteratura internazionale specializzata, il metodo di Seed & Idriss (1982) ed il metodo di Robertson & Wride (1997), attraverso i quali è possibile risalire, utilizzando i parametri geologico-tecnici ottenuti rispettivamente attraverso le prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. e le prove penetrometriche statiche C.P.T., al valore di un fattore di sicurezza (F_s), il cui andamento in profondità permette di individuare gli strati a potenziale rischio di liquefazione.

Il fattore di sicurezza (F_s) è dato dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilitante R caratteristica del materiale, ovvero il suo stato di deformazione critica, e lo sforzo di taglio T indotto dall'azione sismica, in funzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima al suolo (a_{max}) e della magnitudo di riferimento del sisma di progetto (M_w).

La scelta delle indagini penetrometriche da utilizzare nelle elaborazioni si è basata su una valutazione ragionata delle colonne litostratigrafiche disponibili e dell'ubicazione delle prove; sono state perciò scartate le indagini nelle quali non si rileva la presenza di materiale potenzialmente liquefacibile e quelle localizzate nelle aree che presentano scadenti proprietà geologico-tecniche, essendo queste già inserite nello scenario PSL Z2 in quanto soggette a cedimenti assoluti e differenziali in condizioni sismiche, come descritto in precedenza.

Poichè in fase di pianificazione la verifica alla liquefazione non è effettuata in

corrispondenza di un determinato sito di costruzione, al quale si associano univoci parametri sismici su suolo di riferimento rigido a superficie topografica orizzontale, ma è estesa alle zone indagate dalle indagini penetrometriche riportate in cartografia, nella determinazione della pericolosità sismica di base sono stati utilizzati i valori dei parametri sismici a_g , F_o e T_c^* di un generico sito ubicato all'interno del centro edificato di Spinadesco.

L'approssimazione utilizzata, sebbene non descriva puntualmente le condizioni di pericolosità sismica di base di ogni sito di costruzione, data la variabilità dei parametri sismici all'interno di un medesimo territorio comunale, appare comunque accettabile in fase di pianificazione, in quanto fornisce un inquadramento generale della pericolosità sismica dell'ambito territoriale in analisi.

Si sottolinea che, qualora in fase di progettazione di un'opera si volessero utilizzare le indicazioni del D.M. 14-01-08, i valori dei suddetti parametri sismici, per ogni intervallo di riferimento, dovranno essere ricalcolati sulla base delle esatte coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di costruzione, e **non** dovranno pertanto essere utilizzati i valori generici riportati nel presente studio.

Nel calcolo dei parametri sismici di progetto è stato utilizzato il foglio di calcolo “*Spettri NTC ver. 1.0.2*”, reso disponibile dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per un generico sito del territorio nazionale.

In allegato al presente capitolo (All. 6b), vengono riportati in forma tabellare i valori dei parametri sismici per i nove periodi di ritorno T_R di riferimento, relativi ad un suolo di riferimento rigido (Categoria A) a superficie topografica orizzontale, quattro dei quali corrispondenti ai differenti Stati Limite da considerare nelle verifiche di sicurezza per le costruzioni, ed i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione riferiti a costruzioni ordinarie di tipo II con vita nominale $V_N \geq 50$ anni (si utilizza in via cautelativa $V_N = 99$ anni) e Classe d'uso II (normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali), quindi con periodo di riferimento della generica costruzione $V_R = 99$ anni.

Per la determinazione dell'accelerazione sismica massima attesa in superficie (a_{max}) in un generico sito ubicato all'interno del territorio comunale, è necessario valutare l'amplificazione stratigrafica locale.

In seguito all'analisi delle colonne stratigrafiche disponibili e dei risultati derivanti dalle indagini penetrometriche distribuite nell'ambito di studio, si ritiene di potere assegnare al territorio comunale la categoria di sottosuolo **C**, alla quale appartengono "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti".

Pertanto, sulla base delle considerazioni sopra espresse, viene di seguito ricavata l'accelerazione sismica massima attesa in superficie (a_{max}) in un generico sito ubicato all'interno del territorio comunale, relativamente allo stato limite ultimo **S.L.V.** (Stato Limite di Salvaguardia della Vita):

$$a_{max} = a_g \cdot S = a_g \cdot 1,500$$

dove:

a_g = accelerazione sismica massima attesa su suolo di riferimento rigido (Categoria A) a superficie topografica orizzontale, con probabilità di eccedenza del 10% in 940 anni (S.L.V.), corrispondente al valore di ancoraggio dello spettro di risposta elastico in accelerazione con $T=0$ (T: periodo dell'oscillatore semplice); è espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g .

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, ossia $S = S_S \cdot S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T il coefficiente di amplificazione topografica. Nel caso in esame la categoria di sottosuolo è la C ed il valore di S è 1,500.

Sulla base del valore di a_g , corrispondente allo stato limite S.L.V., riportato in All. 5b e del valore di S relativo alla categoria di sottosuolo C, si ha:

$$a_{max} = 0,100 \cdot 1,500 = \mathbf{0,150 \text{ g [m/s}^2\text{]}}$$

Questo valore rappresenta l'accelerazione sismica massima attesa in superficie, espressa come frazione di g , in corrispondenza di un generico sito ubicato all'interno del territorio comunale, per azioni sismiche con $T_R = 940$ anni (stato limite S.L.V.), relativamente a costruzioni ordinarie di tipo II con periodo di riferimento $V_R = 99$ anni.

Nelle elaborazioni effettuate tale coefficiente è stato utilizzato per la verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Come magnitudo di progetto (M_w) del sisma atteso, è stato utilizzato in via cautelativa il valore della magnitudo massima attesa nella zona sismogenetica limitrofa al territorio comunale, ovvero la zona 907, denominata "Bergamasco", alla quale è associato un valore di $M_w = 5,91$.

Sulla base dei risultati ottenuti mediante l'utilizzo dei metodi semplificati di Seed & Idriss e di Robertson & Wride, non si rilevano all'interno del territorio comunale terreni suscettibili al fenomeno della liquefazione, in occasione di eventi sismici di magnitudo paragonabile a quella di progetto utilizzata nelle elaborazioni.

Sarà comunque compito dei tecnici incaricati della programmazione delle indagini geognostiche e della progettazione degli interventi edificatori, sotto la loro responsabilità, valutare le componenti sismiche dei siti di progetto e verificare la stabilità delle opere nei confronti della liquefazione, come imposto dalla vigente normativa.

* * * *

In funzione delle considerazioni sopra riportate, all'interno della Tav. 6 "*Carta della pericolosità sismica locale di 1° livello*" lo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2 è rappresentato esclusivamente dalle aree che presentano scadenti caratteristiche geologico-tecniche e che di conseguenza sono potenzialmente suscettibili di significativi cedimenti, sia assoluti che differenziali, in condizioni sismiche.

Si sottolinea nuovamente che, all'interno dei comuni ricadenti in Zona Sismica 4, la Regione Lombardia ha imposto l'obbligo della progettazione antisismica, di cui al D.M. 14/01/08, solo per gli edifici strategici e rilevanti, di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 n°19904, come previsto nel decreto ministeriale stesso.

6.4.1.2 – SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE Z4a – AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

Lo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a deve essere assegnato a tutte le aree di pianura che presentano depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

I terreni di fondazione che le costituiscono vengono classificati, dal punto di vista sismico, come “*sismicamente stabili*”, in quanto, in seguito a sollecitazioni sismiche, sono caratterizzati da fenomeni di amplificazione sismica legati alle loro particolari caratteristiche litologiche e geometriche.

Detti depositi, in funzione delle caratteristiche tessiturali e geomeccaniche e dei rapporti stratigrafici intercorrenti tra le differenti unità litologiche e tra queste ed il substrato roccioso, possono generare una variazione nell’ampiezza e nella frequenza delle onde sismiche, che provoca un’amplificazione locale dell’azione sismica trasmessa dal terreno in seguito a fenomeni di riflessione multipla, di interferenza, di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno, di doppia risonanza tra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

In caso di aree di pianura alluvionale, come espresso dalle normative vigenti, il substrato di riferimento deve essere individuato in corrispondenza del materiale che presenta un valore di V_s (velocità delle onde sismiche secondarie o di taglio) pari o superiore a 800 m/s, per il quale l’amplificazione litologica attesa è nulla.

Il territorio comunale, come descritto nel Cap. 2 del presente studio e rappresentato in Tav. 2 “*Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie*”, è costituito da terreni appartenenti a tre Formazioni Geologiche, di seguito brevemente descritte in ordine cronologico dalla più antica alla più recente:

fg^w – fluviale Würm (Pleistocene superiore): rappresenta il Livello Fondamentale della Pianura ed è caratterizzata in prevalenza da depositi sabbiosi e sabbioso-argillosi, talora con lenti ghiaiose a ciottoli minuti.

a² – Alluvioni medio-recenti (Olocene medio): rappresentano il terrazzo più basso lungo il corso d’acqua, generalmente sopraelevati di alcuni metri rispetto all’alveo di morbida, e sono costituite da sabbie, limi ed argille.

a³ – Alluvioni attuali (Olocene superiore): depositi che caratterizzano le fasce limitrofe al corso d’acqua, perlopiù sabbiosi o sabbioso-limosi, normalmente soggetti al

rimaneggiamento continuo da parte delle correnti fluviali, ed argilloso limosi e/o sabbiosi in corrispondenza degli alvei abbandonati.

I terreni appartenenti alle formazioni geologiche sopraccitate presentano caratteristiche litologiche tali per essere considerati appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, così come rappresentato in Tav. 6.

6.4.2 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

L'applicazione del primo livello di approfondimento ha permesso di individuare, all'interno del territorio comunale di Spinadesco, due differenti scenari di pericolosità sismica locale PSL, rappresentati nella Tav. 6 "*Carta della pericolosità sismica locale di 1° livello*", secondo le indicazioni della d.g.r. 7374/2008:

- **Scenario PSL Z2:** comprende la fascia di territorio che si sviluppa immediatamente a sud della scarpata morfologica principale, caratterizzata da depositi argillosi, argilloso-limosi e/o argilloso-torbosi a profondità comprese generalmente tra m. 5,00 e m. 10,00 da p.c., potenzialmente suscettibili a cedimenti.
- **Scenario PSL Z4a:** caratterizza tutti i depositi granulari e coesivi presenti in zone di pianura ovvero l'intero territorio comunale, comprensivo dell'ampia depressione valliva del fiume Po.

Sulla base delle informazioni desunte attraverso il 1° livello di approfondimento, l'applicazione dei successivi livelli al territorio comunale di Spinadesco, che appartiene alla Zona Sismica 4, dovrà seguire le seguenti fasi:

- **2° Livello: fase pianificatoria**

- Obbligatorio nelle aree PSL Z4a in presenza di edifici strategici e rilevanti (D.d.u.o. 19904/03).

- **3° Livello: fase progettuale**

- Nelle aree PSL Z4a quando con il 2° livello di approfondimento il valore di Fa (Fattore di amplificazione) calcolato supera il valore di soglia comunale.
- Nelle aree PSL Z2 solo per edifici strategici e rilevanti (D.d.u.o. 19904/03).

Pertanto, si ritiene opportuna in fase di pianificazione l'analisi di 2° livello per lo scenario PSL Z4a, ovvero per l'intero territorio comunale ad esclusione delle aree associate allo scenario PSL Z2, in corrispondenza delle quali si riscontra la sovrapposizione di due scenari; per queste aree, in fase di progettazione dovrà essere adottato il 3° livello di approfondimento, obbligatorio solamente per gli edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche ad altre categorie di edifici, come verrà indicato all'interno delle *"Norme Geologiche di Piano"*.

6.4.3 – SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Attraverso il 2° livello di approfondimento, è stata effettuata una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione litologica e geometrica attesi all'interno delle aree individuate nella procedura di 1° livello ed appartenenti allo scenario di pericolosità sismica PSL Z4a, potenzialmente suscettibili ad amplificazioni sismiche.

Come indicato nella d.g.r. 7374/2008, il 2° livello di approfondimento non deve essere applicato in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche, ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando gli obblighi derivanti dalla normativa specifica.

In considerazione del fatto che all'interno delle fasce fluviali individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po all'interno del P.A.I. sono consentiti, nei limiti previsti dalle relative *"Norme di Attuazione"*, determinate tipologie di intervento, ad esempio la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico se non diversamente localizzabili, è stata mantenuta per lo scenario PSL Z4a la delimitazione riportata in Tav. 6, che comprende l'intero territorio comunale ad esclusione delle aree appartenenti allo scenario PSL Z2, in quanto per esse deve essere applicato direttamente, in fase progettuale, il livello di approfondimento più gravoso, ossia il 3°.

Si ribadisce che sia il 2° che il 3° livello di approfondimento, secondo le disposizioni della normativa regionale, si riferiscono esclusivamente ad edifici strategici e rilevanti.

La procedura utilizzata, come descritto in All. 5 della d.g.r. 7374/2008, fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa),

riferito agli intervalli di periodo tra **0,1 – 0,5 s** e **0,5 – 1,5 s**, opportunamente 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.

L'applicazione del secondo livello permette di individuare le aree PSL Z4a nelle quali la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale, ovvero se il F_a calcolato risulta superiore al F_a di soglia, fornito dal Politecnico di Milano, relativo al Comune di Spinadesco, riferito ad entrambi gli intervalli di periodo sopra menzionati ed in funzione della categoria di sottosuolo di riferimento, di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La procedura consiste brevemente in:

- Individuazione della litologia prevalente nel territorio in esame, attraverso l'analisi effettuata nei corrispondenti e specifici capitoli.
- Definizione della distribuzione delle V_s (velocità delle onde di taglio) con la profondità e della categoria di sottosuolo di riferimento, di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Scelta della scheda litologica di valutazione di riferimento, riportata in All. 5 della d.g.r. 7374/2008.
- Determinazione algebrica del F_a relativo ai due intervalli di periodo citati.
- Confronto tra il F_a calcolato ed il F_a di soglia relativo al territorio comunale.
- Considerazioni conclusive.

* * * *

In base ai risultati delle indagini geognostiche distribuite all'interno del territorio comunale, nonché in seguito all'analisi delle colonne stratigrafiche disponibili, è possibile individuare come litotipi dominanti sino ad una profondità di 30 m dal p.c., valore di riferimento per il calcolo della velocità delle onde sismiche di taglio (V_{s30}), i depositi sabbiosi, sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi, la cui granulometria rientra in quelle previste nella scheda litologica di valutazione denominata "*scheda litologica sabbiosa*", che rappresenta il modello di riferimento per le successive elaborazioni.

La caratterizzazione geologico-tecnica preliminare dei terreni, estesa all'intero territorio

comunale ricadente nello scenario PSL Z4a, ha permesso di risalire alla velocità delle onde di taglio Vs di ogni singolo strato indagato sino alla profondità di 30 m dal p.c., attraverso una doppia correlazione empirica, come previsto anche dalla d.gr. 7374/2008, che ha permesso di risalire dai valori di resistenza penetrometrica statica alla punta Rp o dinamica Nscpt ai corrispondenti valori di penetrazione alla punta dinamica Nspt, e da questi ai relativi valori di Vs.

Alle citate correlazioni empiriche è possibile assegnare un grado di attendibilità medio, come riportato nella successiva tabella, nella quale viene indicato, come previsto dalla normativa, il grado di attendibilità dei parametri utilizzati.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Alta	Da prove indirette in sito
Stratigrafici (spessori)	Media	Da prove indirette in sito e da sezioni litostratigrafiche
Geofisici (Vs)	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche

La determinazione empirica delle Vs ha permesso, in generale, di confermare l'assegnazione dei terreni in esame alla **categoria di sottosuolo C**.

All'interno della scheda di valutazione scelta, è stata utilizzata la curva 2 e le corrispondenti formule algebriche, adottando il valore del periodo proprio di oscillazione del sito, calcolato attraverso la seguente espressione.

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{Si} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Utilizzando l'equazione sopra riportata, il periodo proprio medio dei terreni ricadenti in territorio comunale corrisponde a **T = 0,48 s**

Pertanto, le formule da utilizzare per il calcolo del fattore di amplificazione F_a , relative alla curva n. 2 ed al periodo T calcolato sono le seguenti:

- $F_{a\ 0,1-0,5\ s} = 0,83 - 0,88 \ln T$
- $F_{a\ 0,5-1,5\ s} = -6,11 \cdot T^3 + 5,79 \cdot T^2 + 0,44 \cdot T + 0,93$

Utilizzando il valore di T ottenuto, si avrà:

- $F_{a\ 0,1-0,5\ s} = 1,5$
- $F_{a\ 0,5-1,5\ s} = 1,8$

Per il Comune di Spinadesco, i valori di F_a di soglia sono riportati nella banca dati “**analisi sismica – soglie lombardia D.G.R. n. 7374/08**”, all’interno della quale essi presentano, per le diverse categorie di sottosuolo, i seguenti valori:

Valori di soglia del fattore di amplificazione F_a per l’intervallo di periodo 0,1 – 0,5 s				
Comune	Categoria di suolo tipo B	Categoria di suolo tipo C	Categoria di suolo tipo D	Categoria di suolo tipo E
Spinadesco	1,4	1,8	2,1	1,9

Valori di soglia del fattore di amplificazione F_a per l’intervallo di periodo 0,5 – 1,5 s				
Comune	Categoria di suolo tipo B	Categoria di suolo tipo C	Categoria di suolo tipo D	Categoria di suolo tipo E
Spinadesco	1,7	2,3	4,0	3,0

Considerando i valori di soglia di F_a riferiti alla categoria di sottosuolo **C**, ovvero:

- $F_{a\ (soglia)\ 0,1-0,5\ s} = 1,8$
- $F_{a\ (soglia)\ 0,5-1,5\ s} = 2,3$

ed i corrispondenti valori calcolati di F_a , ovvero:

- $F_{a\ (calc)\ 0,1-0,5\ s} = 1,5$
- $F_{a\ (calc)\ 0,5-1,5\ s} = 1,8$

si evince che:

$$\begin{array}{l} \mathbf{Fa}_{(calc) 0,1-0,5 s} = \mathbf{1,5} < \mathbf{Fa}_{(soglia) 0,1-0,5 s} = \mathbf{1,8} \\ \mathbf{Fa}_{(calc) 0,1-0,5 s} = \mathbf{1,8} < \mathbf{Fa}_{(soglia) 0,1-0,5 s} = \mathbf{2,3} \end{array}$$

Pertanto, in entrambi i casi i valori di F_a di soglia proposti dalla normativa sono superiori ai corrispondenti valori di F_a calcolati, e di conseguenza **la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito; in fase di progettazione edilizia si applica quindi lo spettro previsto dalla normativa vigente per la categoria di sottosuolo C.**

6.4.4 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il 2° livello di approfondimento è stato applicato alle zone appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, sulla base della delimitazione areale rappresentata nella Tav. 6 “*Carta della pericolosità sismica locale di 1°live llo*”.

Attraverso la procedura descritta in precedenza, è stato calcolato il Fattore di amplificazione litologica atteso (F_a), secondo le indicazioni della d.g.r. 7374/2008, sia relativamente all’intervallo di periodo 0,1–0,5 s che all’intervallo di periodo 0,5–1,5 s, tipici delle tipologie edilizie più comuni.

I valori di F_a calcolati sono stati successivamente confrontati con i F_a di soglia proposti dalla normativa relativamente al territorio comunale di Spinadesco ed alla categoria di sottosuolo considerata (categoria C), ed in tutti i casi analizzati è stato ottenuto il seguente risultato:

$$\mathbf{Fa}_{(calcolato)} < \mathbf{Fa}_{(soglia)}$$

In definitiva, poichè il Comune di Spinadesco appartiene alla **zona sismica 4**, in fase progettuale il **3° livello di approfondimento** dovrà essere applicato:

- **Nelle zone PSL Z2 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche ad altre categorie di edifici.**

La suddivisione areale del territorio, relativa agli scenari PSL Z4a e PSL Z2, viene riportata nella cartografia di Tav. 7 “*Carta della pericolosità sismica locale di 2°live llo*”.

Bibliografia

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

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

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (I.N.G.V.) – DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE (D.P.C.) (2007) – *“Progetto S1 – Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza P.C.M. 3274/2003 e progettazione di ulteriori sviluppi. Rapporto finale.”* – a cura di C. Meletti, G.M. Calvi, M. Stucchi.

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

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

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

All. 6a

D.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904

D.G. Territorio e urbanistica

(BUR20030185)

(5.3.4)

D.d.u.o. 28 ottobre 2003 - n. 18016

Ampliamento del depuratore di Cologno al Serio. Proponente: CO.S.IDRA (Consorzio Servizi Idrici Ambientali) s.p.a. Pronuncia di compatibilità ambientale ai sensi degli artt. 1 e 5 del d.P.R. 12 aprile 1996

IL DIRIGENTE DELL'UNITÀ ORGANIZZATIVA

Omissis

Decreta

1. di esprimere, ai sensi dell'art. 7 del d.P.R. 12 aprile 1996, giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto di ampliamento dell'impianto di depurazione di Cologno al Serio, nella configurazione progettuale che emerge dagli elaborati depositati dal proponente, a condizione che siano dettagliati - nel corso del successivo iter per l'approvazione del progetto e in accordo, per quanto di rispettiva competenza, con gli Enti locali, il Parco Regionale del Serio e l'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA) - gli interventi, le opere di compensazione ambientale ed il piano di monitoraggio (integrato con l'indagine ecotossicologica e la caratterizzazione biologica), secondo quanto indicato nelle considerazioni e prescrizioni, relative al quadro ambientale, esposte in premessa del presente decreto e che si intendono qui integralmente richiamate;

2. di provvedere alla trasmissione di copia del presente decreto:

- al proponente Consorzio Servizi Idrici Ambientali s.p.a.;
- alla provincia di Bergamo, al comune di Cologno al Serio, all'Ente gestore del Parco Regionale del Serio;

3. di provvedere altresì alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia della sola parte dispositiva del presente decreto.

U.o. pianificazione e programmazione territoriale: Gian Angelo Bravo

D.G. Sicurezza, polizia locale e protezione civile

(BUR20030186)

(5.1.1)

D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904

Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003

IL DIRIGENTE DELL'UNITÀ ORGANIZZATIVA

Richiamata l'ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica» pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003;

Richiamato l'art. 2, comma 3 e 4 dell'ordinanza citata nei quali è fatto obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, entro 5 anni, ai sensi delle norme allegate all'ordinanza, sia degli edifici strategici e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile, sia per gli edifici e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso e si dispone, entro 6 mesi dalla data di entrata in vigore dell'ordinanza, l'elaborazione di un programma delle verifiche stesse;

Vista la delibera n. 14964 del 7 novembre 2003 con cui si attua l'ordinanza suddetta e si rimanda ad un successivo decreto l'approvazione del programma di cui al punto precedente e la definizione puntuale di una lista tipologica sia degli edifici strategici e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso;

Vista la d.g.r. del 23 maggio 2003 n. 7/13060 di nomina, tra l'altro, dell'arch. Raffaele Raja a dirigente della U.O. Protezione civile della Direzione Generale Sicurezza, Polizia locale e Protezione civile.

Decreta

1. di approvare l'elenco delle tipologie sia degli edifici e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso da sottoporre a verifica, di cui all'allegato A che è parte integrante e sostanziale del presente decreto;

2. di approvare il programma temporale delle verifiche di cui l'art. 2, comma 3 e 4 dell'ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, riportato nell'allegato B che è parte integrante e sostanziale del presente decreto;

3. di pubblicare il presente decreto e gli elenchi allegati sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Il dirigente: Raffaele Raja

ALLEGATO A

Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale art. 2 comma 3 o.p.c.m. n. 3274/03

(... «edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile - edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso»...)

Premesse

Il seguente elenco fa espressamente riferimento al documento illustrato durante la riunione tecnica preliminare tenutasi a Roma il 15 luglio 2003 presso il Dipartimento di Protezione Civile cui hanno partecipato i rappresentanti delle Regioni.

Un primo elenco delle opere di competenza statale era stato inviato dal Dipartimento della Protezione Civile al Presidente della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome con nota del 4 luglio 2003 prot. n. DPC/SSN/0028552.

Un secondo elenco delle opere di competenza statale è stato diffuso dal Dipartimento della Protezione Civile con nota del 2 ottobre 2003 n. DPC/VC/8842686. Tale elenco, pur con qualche precisazione, non differisce di molto da quello precedentemente predisposto.

1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile

EDIFICI

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (*)
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (*)
- c. Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (*)
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (*)
- e. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.)
- f. Centri funzionali di protezione civile
- g. Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
- i. Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (**)
- j. Centrali operative 118

2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso

EDIFICI

- a. Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori
- b. Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere
- c. Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui al-

l'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003

- d. Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)
- e. Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (***) suscettibili di grande affollamento

(*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(**) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(***) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

OPERE INFRASTRUTTURALI

- a. Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali
- b. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)
- c. Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- d. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- e. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)
- f. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- g. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)
- h. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi
- i. Opere di ritenuta di competenza regionale

ALLEGATO B

PROGRAMMA TEMPORALE DELLE VERIFICHE (art. 2, comma 3 e 4 - o.p.c.m. n. 3274/03)

Il programma temporale delle verifiche da effettuarsi in cinque anni (60 mesi), prevede due fasi distinte:

Fase A: analisi di vulnerabilità sia degli edifici strategici e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini di protezione civile (edifici ed opere strategiche), sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (edifici ed opere sensibili) di cui all'art. 2, comma 3 e 4 dell'ordinanza 3274/03;

Fase B: verifiche tecniche sui singoli edifici ed opere infrastrutturali di cui sopra.

FASE A

Analisi di vulnerabilità

L'analisi di vulnerabilità, al fine di garantire un livello omogeneo di rilevazione dei dati e della successiva loro elaborazione statistica, verrà condotta a cura della Regione Lombardia secondo le seguenti attività:

1. programmazione e coordinamento della campagna di rilevazione;
2. realizzazione, direttamente e/o tramite altri Enti pubblici (Province, Comunità Montane, ecc.) delle rilevazioni stesse, previa qualificazione del personale che verrà impiegato nell'indagine;
3. gestione dei dati delle rilevazioni da inserire in un unico database, eventualmente organizzato per Province;

4. elaborazione dei dati delle rilevazioni finalizzati alla definizione dei livelli di vulnerabilità e di rischio;

5. valutazione ed identificazione degli edifici da sottoporre a specifiche verifiche tecniche.

Per lo svolgimento delle attività sopraelencate, la Regione Lombardia potrà effettuare apposite convenzioni con Enti ed Istituti scientifici qualificati nel settore della prevenzione del rischio sismico.

Le rilevazioni degli edifici e opere infrastrutturali, per l'acquisizione di tutti i dati tecnici delle caratteristiche strutturali e degli eventuali quadri lesionativi, verranno effettuate sulla base delle indicazioni tecniche contenute nel documento «Analisi di fattibilità di un'indagine sulla vulnerabilità degli edifici strategici del territorio lombardo» a cura della Direzione Generale Territorio e Urbanistica - Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria strutturale (anno 2003).

Tempi

L'analisi di vulnerabilità verrà effettuata prioritariamente nei comuni classificati in zona 2 e 3.

L'ordine di grandezza dei tempi per l'analisi di vulnerabilità è stato valutato a partire dai dati dei 41 comuni classificati sismici in zona 2: considerando in circa 700 il numero di edifici ed opere strategici e sensibili da sottoporre ad analisi di vulnerabilità ed estrapolando proporzionalmente questo dato anche ai comuni in zona 3, il numero degli edifici risulta di circa 4760.

Si stima che una squadra di rilevatori, composta da due tecnici, sia in grado di compilare in una giornata lavorativa mediamente 3 schede di rilevazione complete. Pertanto, utilizzando 5 squadre, il rilevamento di tutti gli edifici ed opere strategiche e sensibili nelle zone 2 e 3 potrà essere realizzato, considerando anche i tempi occorrenti per la fase organizzativa preliminare, in circa 30 mesi.

Nei rimanenti 30 mesi, sulla base delle risorse successivamente messe a disposizione, si effettuerà il rilevamento anche per parte degli edifici ed opere strategiche e sensibili ricadenti in zona 4 (solo determinate Categorie di edifici, come ad esempio scuole, ospedali, sedi Com).

FASE B

Verifiche tecniche

La soglia di vulnerabilità al di sopra della quale si effettueranno, a cura delle rispettive proprietà, le verifiche di cui alla presente Fase B, sarà definita in funzione del rischio accettabile per il territorio regionale. Il rischio è infatti funzione della pericolosità sismica di base e dello stato del patrimonio edilizio regionale. La pericolosità sismica di base verrà desunta dai dati e dagli studi già in essere mentre lo stato del patrimonio edilizio verrà rilevato con l'analisi di vulnerabilità di cui alla Fase A.

Le risultanze della Fase A permetteranno di definire esattamente il numero di edifici ed opere strategiche e sensibili sui quali effettuare la verifica. Tali verifiche saranno effettuate da tecnici e professionisti del settore abilitati.

Tempi

Le verifiche nelle zone 2 e 3 saranno effettuate nei 30 mesi successivi alla Fase A. Nelle zone 4 le eventuali verifiche necessarie verranno effettuate a partire dall'ultimo anno del programma.

Il seguente programma sarà aggiornato ogniqualvolta si renderà necessario in funzione delle disponibilità finanziarie, delle eventuali variazioni della classificazione sismica e delle eventuali nuove disposizioni in materia.

G) PROVVEDIMENTI DI ALTRI ENTI

(BUR20030187)

Prov. altri Enti n. 49/1-Se.O. 2003

Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO) - Parma - Atti del Comitato di indirizzo - Nomina del componente del Comitato Tecnico in sostituzione del dott. Massimo Fadda (deliberazione n. 23 del 6 novembre 2003)

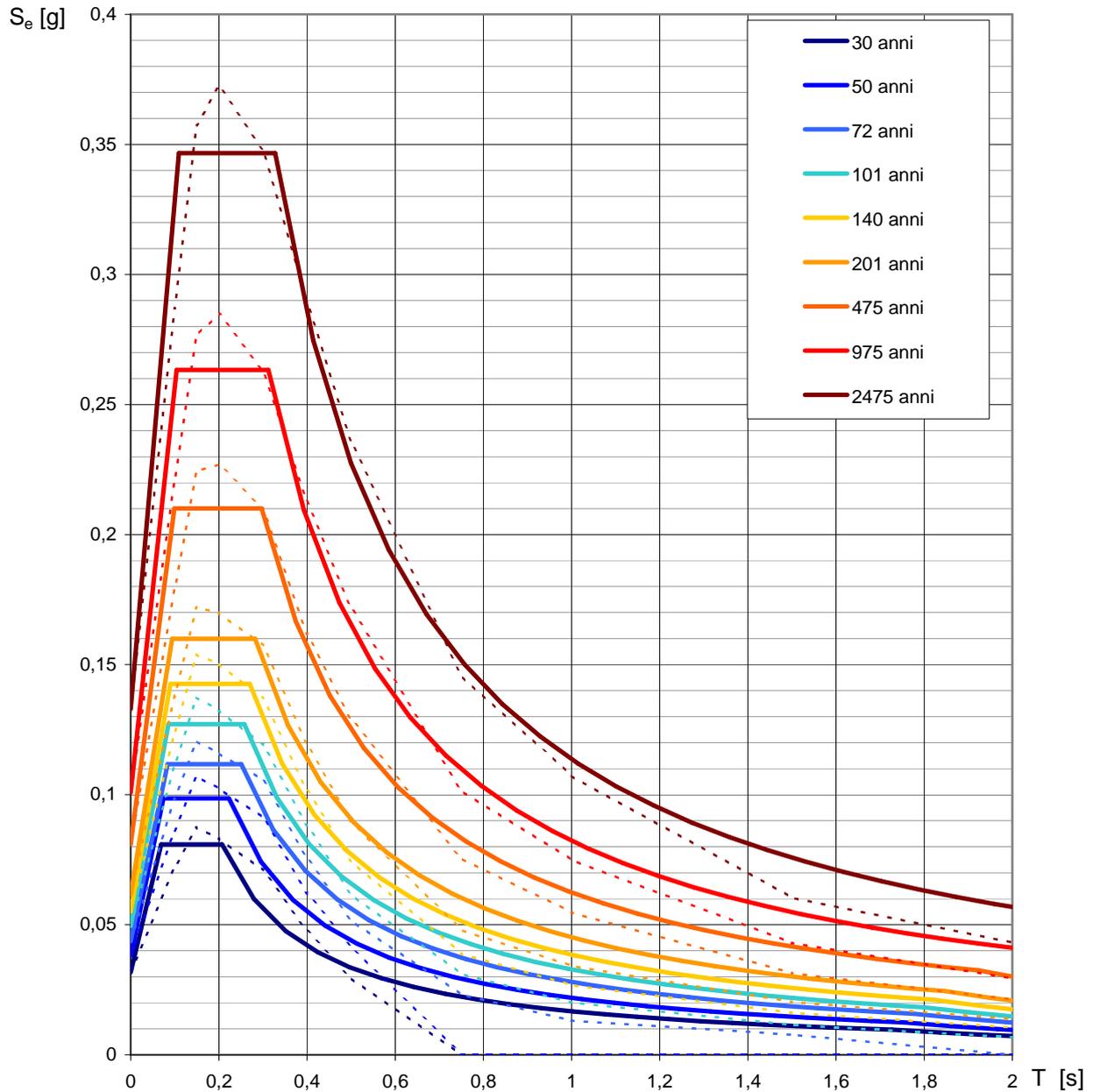
IL COMITATO DI INDIRIZZO

Visto l'art. 8 dell'Accordo Costitutivo dell'AIPO che dispone che il Comitato Tecnico sia composto dai responsabili delle strutture competenti delle Regioni di cui all'art. 1 dell'Accordo stesso;

All. 6b

**TABULATI DEI PARAMETRI SISMICI
E SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI**

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

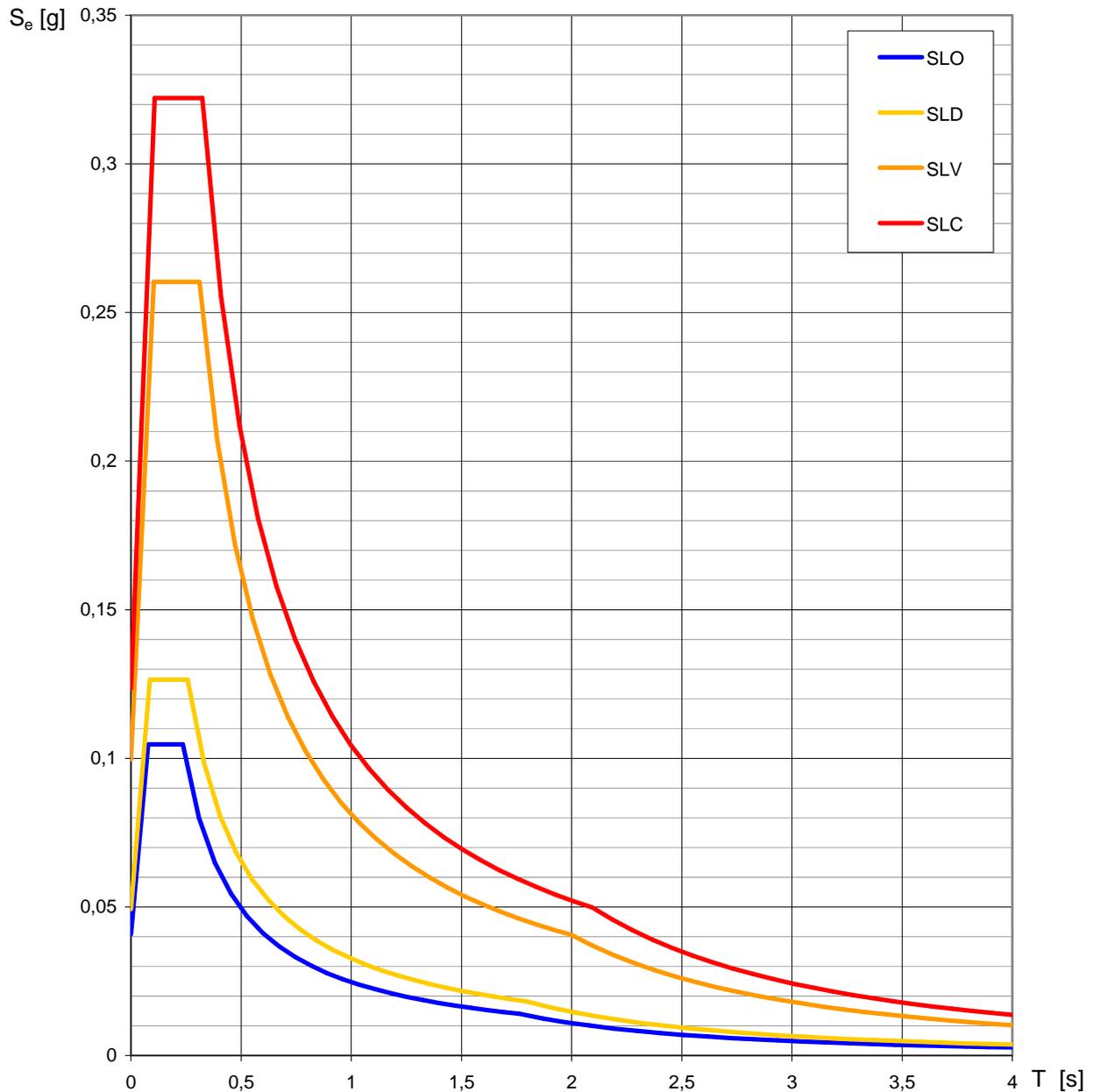
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,032	2,544	0,207
50	0,038	2,580	0,222
72	0,044	2,555	0,251
101	0,049	2,570	0,258
140	0,055	2,592	0,270
201	0,062	2,599	0,283
475	0,081	2,599	0,297
975	0,101	2,613	0,313
2475	0,133	2,608	0,328

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,041	2,568	0,236
SLD	100	0,049	2,569	0,258
SLV	940	0,100	2,613	0,312
SLC	1930	0,123	2,609	0,324

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

7 – CARTA DEI VINCOLI (TAV. 8bis)

7.1 – STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRACOMUNALE

L'analisi degli strumenti di pianificazione sovracomunale ha permesso di rilevare nell'ambito del territorio comunale la presenza di numerosi vincoli, strettamente correlati ai diversi aspetti territoriali (idraulici, idrogeologici, ambientali ed urbanistici).

A causa del numero e della diversa tipologia dei vincoli territoriali, si è ritenuto opportuno redigere nel presente studio un apposito elaborato cartografico (Tav. 8 "*Carta dei Vincoli*"), in grado di sintetizzarli efficacemente.

7.2 – AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA DI LEGGI NAZIONALI

Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)

La Direttiva 92/42/CEE (Direttiva Habitat) ha istituito la rete ecologica europea "*Natura 2000*", costituita da un complesso di siti caratterizzati dalla presenza di habitat e specie animali e vegetali di interesse comunitario, avente il preciso scopo di garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie animali e vegetali minacciate o rare a livello comunitario.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non costituiscono riserve rigidamente protette in cui è esclusa ogni attività umana, bensì aree in cui la conservazione degli ambienti naturali avviene tenendo conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali.

La rete Natura 2000 è attualmente costituita da aree definite "*Siti di Interesse Comunitario (SIC)*", ed in seguito diverranno "*Zone Speciali di Conservazione (ZSC)*", e comprende anche le "*Zone di Protezione Speciale (ZPS)*", istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).

I "*Siti di Interesse Comunitario (SIC)*", che costituiscono una delle fasi dell'iter di identificazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC), sono stati istituiti ai sensi della Direttiva Habitat al fine di mantenere o ripristinare un habitat naturale o una specie portandoli ad uno stato di conservazione soddisfacente.

L'iter di identificazione delle ZSC può essere così sinteticamente riassunto: gli stati membri della UE definiscono la propria lista di Siti di Interesse Comunitario (pSIC), corredata da schede informative e cartografie relative ad ogni singola area individuata,

sulla base di criteri individuati all'art. 3 della Direttiva 92/43/CEE; successivamente la stessa viene inviata alla D.G. Ambiente della Commissione Europea per l'approvazione, in seguito alla quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, d'intesa con ciascuna regione, designerà i SIC elencati nella lista ufficiale come "Zone Speciali di Conservazione".

Le "Zone di Protezione Speciale (ZPS)" sono state istituite ai sensi della Direttiva 79/49/CEE (Direttiva Uccelli) con lo scopo di tutelare in modo rigoroso i siti in cui vivono le specie ornitiche individuate nell'allegato 1 alla medesima Direttiva, e di proteggere le specie migratrici, con particolare riferimento alle zone umide di importanza internazionale individuate ai sensi della Convenzione di Ramsar.

* * *

L'ambito territoriale considerato è caratterizzato dalla presenza di un Sito di Interesse Comunitario (IT20A0016), esteso tra i comuni di Crotta d'Adda e Spinadesco, e di una Zona di Protezione Speciale (IT20A0501), estesa tra i comuni di Crotta d'Adda, Spinadesco e Cremona, largamente sovrapposti e comprendenti entrambi le aree di maggior pregio, la maggior parte dei quali è compresa in Comune di Spinadesco.

Le aree SIC IT20A0016, denominata "*Spiaggioni di Spinadesco*", e ZPS IT20A0501, denominata "*Spinadesco*", sono individuate al confine con la provincia di Piacenza e comprendono un vasto tratto di golena fluviale caratterizzata da vasti lembi di vegetazione relitta e dalla presenza di numerose specie di uccelli che la utilizzano per la nidificazione e la sosta.

Per quanto riguarda gli habitat e la vegetazione, si osserva che gli habitat "artificiali" di origine agricola, rappresentati principalmente da seminativi e pioppeti, occupano una parte preponderante delle aree protette e presentano pochi elementi di diversificazione (scarsi filari di salici e pioppi, grandi pioppi isolati); tali habitat sono certamente suscettibili di misure di miglioramento e integrazione della rete ecologica.

La vegetazione arborea naturale, alquanto ridotta, presenta caratteristiche tipiche degli originari querceti planiziali.

Per quanto riguarda invece gli habitat naturali, essi sono principalmente di natura fluviale (sabbioni, ghiareti, saliceti, vegetazione sommersa) e continuamente sottoposti a rinnovamento ad opera delle piene fluviali.

Gli habitat di interesse comunitario individuati sono i seguenti:

- 3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione tipo *Magnopotamion* o *Hydrocharition*;
- 3260 Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculion fluitantis* e *Callitriche-Batrachion*;
- 91E0* Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*);
- 91F0 Foreste miste riaprie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmenion minoris*).

I quattro habitat riconosciuti sono stati valutati complessivamente di “buona rappresentatività”, con un buon grado di conservazione per gli habitat acquatici, mentre le cenosi arboree risultano costituite da frammenti ridotti e potenzialmente a rischio di degrado strutturale e funzionale.

Per quanto riguarda gli aspetti faunistici, si è rilevato che gli uccelli di interesse comunitario presenti come nidificanti utilizzano in modo articolato gli habitat del SIC IT20A0016 e della ZPS IT20A0501: ad esempio, Tarabusino e Martin Pescatore sono legati in modo pressoché esclusivo alle zone umide, mentre Albanella minore e Averla piccola nidificano in aree agricole anche estese, sempre che vengano salvaguardati i siti di nidificazione e non vengano alterati i cicli biologici delle specie preda, e Sterna comune e Fraticello risultano legati alle barre fluviali.

La modesta superficie dei siti non permette l’insediamento di popolazioni di uccelli di consistenza particolarmente rilevanti, tuttavia essi rivestono una funzione estremamente importante in quanto la posizione delle aree protette garantisce la continuità spaziale delle popolazioni stesse e permette lo scambio di individui e di geni all’interno di metapopolazioni geograficamente strutturate.

Allargando la valutazione faunistica agli elenchi allegati alle due Direttive citate, si devono aggiungere le specie di anatidi migratrici e svernanti (nove specie di anatre e tre specie di svassi), numerosi altri limicoli e molte specie di Passeriformi che utilizzano le aree principalmente per le soste migratorie, undici specie di pesci e tre specie di invertebrati, diverse specie di chiroteri, nonché alcuni micromammiferi rari, quali il Topolino delle risaie, il Moscardino e il Mustiolo.

Gli habitat delle barre fluviali, infine, consentono la presenza contemporanea di erpetofauna tipica degli ambienti asciutti (Ramarro occidentale, Biacco) e degli ambienti

umidi (Natrice dal collare, Rospo smeraldino, Raganella italiana), tutte considerate prioritarie per la conservazione dalla Regione Lombardia.

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Con la legge 18 maggio 1989 n. 183 *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”* è stata stabilita l'istituzione delle Autorità di Bacino; la Regione Lombardia, ai sensi dell'art. 14 della L. 183/89, è compresa nel Bacino Idrografico del fiume Po, per il quale è stata istituita la relativa Autorità di Bacino con d.p.c.m. 10 agosto 1989, che, conformemente all'art. 4 della L. 183/89, ha provveduto alla redazione di Piani di Bacino, ed in particolare:

- P.S.F.F. – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, redatto ai sensi dell'art. 17 – comma 6 ter, approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;
- P.A.I. – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il Bacino del Fiume Po, redatto ai sensi dell'art. 17 comma 6 ter, adottato ai sensi dell'art. 18 comma 10 della L. 183/89 con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po del 26 aprile 2001 n. 18 e successive modifiche ed integrazioni, ed approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001.

Il P.A.I. integra, unifica e coordina i Piani Stralcio realizzati in precedenza (P.S. 45, P.S. 267, P.S.F.F.), recependo, con le adeguate integrazioni, la classificazione ed i criteri per la delimitazione delle fasce fluviali sul sistema idrografico del bacino del Po esposta nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali; per eventuali approfondimenti si rimanda al Titolo II, All. 3 *“Metodo di delimitazione delle fasce fluviali”* delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Nell'ambito del P.A.I. le fasce fluviali vengono così classificate:

- Fascia A: fascia di deflusso della piena – tale fascia è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, o dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena; la fascia A è disciplinata dagli artt. 1, 27, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 38 bis, 39, 40, 41, 44 delle N.d.A. del P.A.I.;
- Fascia B: fascia di esondazione – esterna alla fascia A, la fascia B è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'eventi di piena di riferimento; il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del

terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ossia sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). La fascia B è regolata dagli art. 11, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 38 bis, 39, 40, 41, 44, 51 delle N.d.A. del P.A.I.;

- Fascia C: area di inondazione per piena catastrofica – la fascia C è costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. La fascia C è disciplinata dagli art. 23, 27, 28, 31, 41, 44 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Si sottolinea che nella rappresentazione grafica di Tav. 8 è stata mantenuta la delimitazione originaria della fascia fluviale B del P.A.I., coincidente con il piede esterno dell'argine maestro, mentre si è ritenuto di fare coincidere il limite esterno della fascia C, nel quadrante occidentale del territorio comunale nei pressi del confine con il Comune di Sesto ed Uniti, con la scarpata morfologica principale, ed il limite esterno della fascia A con l'argine golenale compreso tra l'argine maestro e l'alveo del fiume Po, elementi più chiaramente definiti sulla base cartografica C.T.R. alla scala 1:10.000.

Una limitata porzione del territorio comunale è stata delimitata, nell'All. 4.1 all'Elaborato 2 del P.A.I., come area a rischio idrogeologico molto elevato, in particolare è stata individuata come *“Zona I – aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni (art. 48 e 51 N.d.A.)”*.

Nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato individuate per il reticolo idrografico principale e secondario nelle zone di pianura, le Norme di Attuazione del P.A.I. dispongono quanto di seguito esposto (art. 51 comma 3):

«Nelle aree perimetrare come ZONA I nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 di Piano, esterne ai centri edificati, sono esclusivamente consentiti:

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del*

fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;

- *la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purchè non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;*
- *gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;*
- *gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.»*

Pozzo pubblico ad uso idropotabile

Sul territorio comunale è presente un unico pozzo pubblico ad uso idropotabile, identificato nelle cartografie tematiche.

Gli elementi di vincolo relativi ai pozzi pubblici ad uso idropotabile sono stabiliti nel D.lgs. 3 aprile 2006 n°152 "Norme in materia ambientale", art. 94 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

Le aree sottoposte a regime di tutela sono individuate come segue:

- Zona di tutela assoluta: finalizzata alla massima protezione del pozzo, tale zona è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni e deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dalla bocca pozzo. Su tale area, opportunamente recintata, non sono consentite attività di alcun genere, né la presenza di strutture, ad eccezione delle opere di captazione e delle relative infrastrutture di servizio;
- Zona di rispetto: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da garantire la tutela

qualitativa e quantitativa della risorsa idrica captata; in tale zona sono vietati l'insediamento di centri di pericolo e lo svolgimento delle attività di cui all'art. 21, comma 5 del D.Lgs. 152/99, così come sostituito dall'art. 5 del D.Lgs. 258/00. La Regione Lombardia, con d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 ha emanato le Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto, rimandando alla d.g.r. 27 giugno 1996 n. 15137 le modalità di delimitazione delle zone di rispetto. In questa deliberazione vengono presentati tre differenti criteri in funzione della tipologia di acquifero e della conoscenza dei relativi parametri idrochimici ed idrodinamici, definiti geometrico, temporale ed idrogeologico;

- Zona di protezione: si riferisce alle aree di ricarica degli acquiferi emunti dalla captazione, ovvero ad un livello di analisi che presuppone studi ed approfondimenti a scala regionale o di bacino imbrifero; all'interno delle zone di protezione di possono adottare misure di limitazione e prescrizione alla destinazione d'uso del territorio sotteso (art. 21, comma 8 del D.Lgs. 152/99).

Aspetti sismici

Il territorio comunale di Spinadesco non è mai stato classificato come zona sismica sino al 2003, anno in cui, sulla base del disposto dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003 e della d.g.r. 14964/03 emanata dalla Regione Lombardia, il Comune di Spinadesco è stato inserito in Zona Sismica 4 (sismicità bassa).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, il concetto di zonazione sismica è stato totalmente superato e sostituito da un approccio di tipo quantitativo-probabilistico ed interpolatorio-deterministico, che ha portato alla definizione ed alla realizzazione di un reticolo di riferimento su tutto il territorio nazionale, attraverso il quale è possibile determinare l'azione sismica agente sulle costruzioni in un generico sito.

La pericolosità sismica di base di un generico sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati (in condizioni dinamiche), viene perciò ora definita con un approccio "sito-dipendente" e non più attraverso un approccio "zona-dipendente", il quale assume pertanto un significato esclusivamente amministrativo.

La Normativa allegata alla Variante del P.T.C.P. della Provincia di Cremona dispone che *“tutti i comuni del territorio provinciale sono tenuti ad ottemperare sia alle prescrizioni dell’Ordinanza n. 3274/2003 sia a quanto previsto nei criteri ed indirizzi redatti dalla Regione Lombardia ai sensi dell’art. 56 della L.R. 12/05 in materia di rischio sismico”*.

Per la valutazione della pericolosità sismica locale del Comune di Spinadesco si rimanda al Cap. 6 del presente studio.

7.3 – AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA DI LEGGI ED ATTI DI PIANIFICAZIONE REGIONALE

Corsi d’acqua di natura pubblica

La Regione Lombardia, sulla base delle disposizioni emanate con la d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 *“Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall’art. 3 comma 14 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica”*, con la d.g.r. 1 agosto 2003 n. 7/13950, parzialmente annullate dalla sentenza del Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche (T.S.A.P.) n. 91/04 del 23 giugno 2004, e con la d.g.r. 1 ottobre 2008 n. 8/8127 *“Modifica del reticolo idrico principale determinato con la d.g.r. 7868/2002”*, ha individuato i corsi d’acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale ed al Reticolo Idrico di competenza dei Consorzi di Bonifica, stabilendo inoltre i criteri per l’individuazione dei corsi d’acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore di competenza comunale.

In ottemperanza alla sopraccitata normativa, il Comune di Spinadesco ha predisposto l’elaborazione di uno studio per l’individuazione del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale e del relativo Regolamento di Polizia Idraulica, che allo stato attuale sono in fase di realizzazione.

Nel presente studio, si è ritenuto comunque opportuno effettuare un’indagine conoscitiva preliminare in relazione alla natura dei corsi d’acqua principali presenti sul territorio.

L’analisi degli elementi normativi ha permesso di rilevare che i seguenti corsi d’acqua risultano iscritti nell’*Elenco delle Acque Pubbliche* della Provincia di Cremona, di cui alla d.g.r. 25 luglio 1986 n. 4/12028, ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933 n. 1775, e/o

nell'elenco relativo al Reticolo Idrico Principale di cui all'All. A della d.g.r. 1 ottobre 2008 n. 8/8127:

- Fiume Po, iscritto al n. 1 dell'*Elenco delle Acque Pubbliche* della Provincia di Cremona ed individuato nel suddetto All. A alla d.g.r. 8127/2008 dal codice CR001;
- Colatore Riglio, iscritto al n. 15 dell'*Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona*;
- Colatore Benzona, iscritta al n. 119 dell'*Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona*;
- Colatore Bicinengo, iscritto al n. 122 dell'*Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Cremona*.

Corsi d'acqua di natura privata

La sentenza 91/04 del Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, confermando la natura pubblica di tutte le acque superficiali e sotterranee ancorché non estratte dal suolo (L. 36/94 – art. 1), ha chiarito alcuni concetti fondamentali circa la natura demaniale dei corsi d'acqua:

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

Da quanto sopra esposto deriva che tutti i corsi d'acqua che non risultano iscritti nell'*Elenco delle Acque Pubbliche* di cui al R.D. 1775/1933 devono essere considerati di natura privata e pertanto non saranno soggetti alle attività di Polizia Idraulica da parte della competente Autorità Idraulica, ai sensi del R.D. 523/1904 e del R.D. 368/1904.

Su questa tipologia di reticolo idrico agiscono comunque altri livelli normativi, ossia la polizia delle acque, la normativa urbanistica comunale, la normativa ambientale, il regolamento idraulico imposto dai gestori dei corsi d'acqua ed il Codice Civile.

Per un maggiore dettaglio, si rimanda allo *“Studio per l’individuazione del Reticolo Idrico Minore”* e del relativo *“Regolamento di Polizia Idraulica”*, in corso di realizzazione.

Popolamenti arborei ed arbustivi

In Tav. 8 sono stati segnalati i popolamenti arborei ed arbustivi ai sensi dell’art. 3 della l.r. 27/04 *“Tutela e valorizzazione delle superfici, del paesaggio e dell’economia forestale”* o ai sensi dell’art. 142, comma 1 del d.lgs. 42/04.

Per dette aree, la Normativa allegata alla Variante del P.T.C.P. di adeguamento alla l.r. 12/2005 dispone testualmente (art. 15.3):

“[...] Sono da considerarsi boschi i popolamenti arborei od arbustivi così come normati dai Piani di Indirizzo Forestale redatti dagli Enti Forestali e dalla Provincia stessa; vanno altresì considerati soggetti a tutela paesaggistica tutti i territori coperti da formazioni vegetali, caratterizzati simultaneamente dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva, di superficie superiore a 2.000 mq e i terreni che per cause naturali o artificiali sono rimasti temporaneamente privi di copertura forestale, nonché le formazioni percorse o danneggiate dal fuoco, e quelle sottoposte a vincolo di rimboschimento”.

Piano Cave

L’attività estrattiva nella Regione Lombardia è disciplinata dalla l.r. 08/08/1998 *“Nuove norme per la disciplina della coltivazione di sostanze minerali di cava”* e successive modifiche ed integrazioni, che regola la programmazione in materia di ricerca e coltivazione di sostanze minerali di cava e l’esercizio della relativa attività (art. 1).

Tali attività vengono attuate a scala locale attraverso i piani cave provinciali, strumenti di programmazione cui è affidato il compito di stabilire la localizzazione, la qualità e la quantità delle risorse utilizzabili in rapporto alle richieste di mercato, all’esigenza di contenere il consumo di territorio e alla necessità di tutela degli ambienti naturali.

A scala provinciale, l’attività estrattiva di sabbia, ghiaia e torba è regolamentata dal Piano Cave della Provincia di Cremona, approvato dalla Regione Lombardia con d.c.r. 27 maggio 2003 n. VII/804, il quale, conformemente al disposto dell’art. 10 comma 4 della l.r. 14/98, ha una validità di 10 anni.

Il Piano Cave ha individuato sul territorio comunale un “*Ambito Territoriale Estrattivo (ATE)*”, in corrispondenza della porzione meridionale di Isola Mezzadra ed a ridosso del confine con la provincia di Piacenza e denominato ATEg19, per il quale sono state distinte due zone: la zona A, che rappresenta il polo S19 identificato dal precedente Piano Cave, e la zona B, che costituisce l’area estrattiva vera e propria dell’ATEg19 e per la quale il Piano Cave dispone un volume estraibile per fabbisogno ordinario pari a 989.000 m³.

Il 17/04/2012, con propria Deliberazione n. 435, il Consiglio Regionale ha definitivamente approvato la revisione del Piano cave provinciale; i volumi estraibili nell’ambito della zona B sono stati riconsiderati ed alla suddetta zona B è stata riconosciuto un volume di nuova assegnazione pari a 250.000 m³.

7.4 – AREE SOGGETTE A REGIME DI TUTELA DEL P.T.C.P.

L’individuazione delle aree soggette a tutela provinciale e la definizione dei corrispondenti vincoli è definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), adottato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n. 4 del 16 gennaio 2002 ed approvato dal Consiglio Provinciale con Deliberazione n. 95 del 9 luglio 2003.

In seguito all’entrata in vigore della l.r. 12/2005, la Provincia di Cremona ha avviato il processo di adeguamento del proprio P.T.C.P. a detta legge, redigendo una Variante Parziale adottata dal Consiglio Provinciale con atto n° 72 del 28 maggio 2008 ed approvata in via definitiva con D.C.P. n° 66 del 8 aprile 2009; questa variante di adeguamento, che non si configura come una Variante Generale del P.T.C.P., non comporta la sostituzione degli elaborati di Piano vigenti, bensì un loro aggiornamento con integrazioni specifiche.

Le tutele definite dal P.T.C.P. riguardano aree con caratteri di elevata qualità paesistico-ambientale non indicate nei regimi di tutela nazionale e regionale.

La tutela di queste aree ha come obiettivo il mantenimento e dove possibile l’incremento dell’efficacia ecologica, della qualità estetico-visuale e dei riferimenti storico-culturali; esse non devono quindi essere oggetto di interventi che comportino il loro degrado e/o la loro perdita anche parziale.

Le aree ed i beni tutelati sono riportati nella “*Carta delle tutele e delle salvaguardie*” della vigente Variante del P.T.C.P.; ad essi sono associate specifiche indicazioni normative.

Orli di scarpata

La tutela degli orli di scarpata è regolata dall'art. 16.4 della Variante al P.T.C.P., che si riporta testualmente di seguito:

« I tratti significativi delle scarpate principali (altezza superiore a 3 m) e secondarie (altezza inferiore a 3 m) [sono tutelati] in quanto emergenze morfologico-naturalistiche che, in rapporto alla loro evidenza percettiva, costituiscono degli elementi di notevole interesse paesistico. Essi concorrono spesso a formare fasce dotate di un alto grado di naturalità e costituiscono elementi di riferimento simbolico come presenze evocative del paesaggio originario.

*Per gli orli di scarpata principali e secondari non sono consentiti interventi e trasformazioni che alterino in modo inaccettabile i loro caratteri morfologici, paesaggistici e naturalistici. Si ritengono inaccettabili gli interventi di urbanizzazione e nuova edificazione per una fascia di **10 metri** in entrambe le direzioni dall'orlo di tali scarpate, distanza eventualmente estendibile da parte del Comune, mentre sono consentiti, per gli edifici esistenti, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale; gli eventuali ampliamenti devono svilupparsi nella direzione opposta all'orlo di scarpata. Si ritengono inoltre inaccettabili quegli elementi di natura non edificatoria, quali ad esempio le attività di cava, di piscicoltura e/o pesca sportiva e le bonifiche agricole (o comunque interventi estrattivi in fondi agricoli), che portano alla riduzione della valenza simbolica degli elementi evocativi di paesaggi originari o della valenza estetico-percettiva, alla perdita dei riferimenti del disegno territoriale originario e al complessivo peggioramento dei caratteri naturali della vegetazione esistente.*

La possibilità di effettuare interventi e trasformazioni che alterino tali elementi è ammissibile solamente per la realizzazione di opere di pubblica utilità a fronte di interventi di parziale compensazione naturalistica da definire in base alle caratteristiche del comune e ai criteri di sostenibilità previsti dal PTCP di cui alla Normativa e in particolare all'Appendice D "Individuazione dei contenuti minimi dei PGT sugli aspetti sovracomunali".

Nel caso in cui venga accertata un'oggettiva difformità tra l'assetto del territorio e le scarpate morfologiche indicate nella Carta delle tutele e delle salvaguardie, gli Enti Locali, sulla base di valutazioni di maggior dettaglio degli elementi morfologici presenti sul loro territorio (es. componente geologica del PGT), possono provvedere alla corretta

trasposizione dell'andamento delle scarpate, attraverso la proposta di una modifica non sostanziale cartografica al PTCP di cui all'art. 34 comma 1».

Bodri e zone umide

Sul territorio del Comune di Spinadesco il P.T.C.P. individua due aree umide costituite dal bodrio presente in prossimità di C.na Cà Vecchia e dalla zona umida localizzata a NE di C.na Gerre.

Per tali elementi del paesaggio la Normativa della Variante del P.T.C.P. dispone, all'art. 16.6, quanto segue:.

« Le zone umide – quali paludi, bodri, lanche, morte e laghetti di cava rinaturalizzati, anche di nuova formazione – non comprese negli areali di elevato pregio naturalistico e faunistico di cui ai punti 1, 2 e 4 dell'art. 15 e ai punti 1 e 6 del presente articolo, [sono tutelati] poiché costituiscono biotopi di elevato interesse ecologico e naturalistico.

*Per le zone umide non sono consentiti interventi di carattere edificatorio e interventi di trasformazione o di manomissione diretta ed indiretta sino ad un intorno di **50 metri**, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale. Gli eventuali ampliamenti potranno essere effettuati esclusivamente nella direzione apposta a quella delle zone umide. In detto intorno, eventualmente estendibile da parte del Comune, dal confine dell'area protetta da tutelare individuata dal Comune o dalla Provincia, non sono inoltre consentite opere di bonifica per fini agricoli (o comunque interventi estrattivi in fondi agricoli) o per la sistemazione del terreno in un intorno di **10 metri**, eventualmente estendibili da parte del Comune. Sono infine consentite le attività agricole e ricreative compatibili con tali aree. Nel caso in cui venga accertata un'oggettiva difformità tra l'assetto del territorio e le zone umide indicate nella Carta delle tutele e delle salvaguardie, gli Enti locali, sulla base di valutazioni di maggior dettaglio degli elementi effettivamente presenti sul loro territorio (es. componente geologica del PGT), possono provvedere alla corretta localizzazione delle zone umide, attraverso la proposta di una modifica non sostanziale cartografica al PTCP di cui all'art. 34 comma 1 ».*

Rete ecologica provinciale

Gli elementi costituenti la rete ecologica provinciale sono rappresentati da elementi lineari e definiti corridoi, qui costituiti dall'alveo principale e dai canali secondari del fiume Po e dal corso del Colatore Riglio, e da elementi occupanti superfici di diverse dimensioni, definiti areali.

Gli elementi appartenenti alla rete ecologica provinciale sono oggetto di tutela ai sensi dell'art. 16.7 della Normativa della Variante del P.T.C.P., che si riporta di seguito testualmente.

« Le aree di pregio naturalistico coincidenti con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello Indicate nella Carta delle tutele e delle salvaguardie e non comprese negli elementi di elevato pregio naturalistico e faunistico di cui ai punti 1 e 2 dell'art. 14, ai punti 1, 2 e 4 dell'art. 15 ed ai punti 2 e 5 del presente articolo, [sono tutelati] poiché costituiscono elementi di interesse prioritario per la costruzione della Rete ecologica provinciale.

*Per le aree di pregio naturalistico coincidenti con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello e sino ad un intorno di **20 metri**, distanza eventualmente ampliabile da parte del Comune, non è consentita alcuna nuova espansione urbana e industriale, né sono consentiti interventi di carattere edificatorio, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale. L'eventuale ampliamento dovrà essere effettuato in via prioritaria nella direzione opposta a quella dell'area tutelata e, solo nel caso in cui questo non risultasse possibile, l'ampliamento potrà avvenire in altre direzioni.*

Non sono inoltre consentiti gli interventi di escavazione, di trasformazione o di manomissione diretta del suolo e gli interventi di bonifica agraria che prevedono l'escavazione di oltre 500 mc di materiale di cava; le opere di bonifica per fini agricoli o per la sistemazione del terreno quando sono in contrasto con la conservazione naturalistica dell'area e con le funzioni ecologiche previste nel disegno della Rete ecologica provinciale; la realizzazione di discariche di qualsiasi genere e di depositi permanenti di materiali dismessi. Questi ultimi possono essere consentiti, previa autorizzazione da parte delle autorità competenti, solo per finalità di recupero ambientale. Va infine conservata la vegetazione naturale residua esistente, sia boscata che palustre o riparia, fatte salve le normali operazioni colturali di ceduazione. Nelle aree della rete ecologica di secondo livello sono consentiti, quando risultano compatibili

sulla base di criteri definiti dai singoli Comuni nelle Norme tecniche di attuazione dei rispettivi PRG, sia gli interventi di riqualificazione ambientale e di valorizzazione turistico-ricreativa, sia gli interventi di supporto alle attività agricole ».

Aree oggetto di salvaguardia delle infrastrutture della mobilità esistenti

L'unico elemento di salvaguardia ricadente in quest'ambito è costituito dalla fascia di rispetto del canale navigabile MI – CR – Po, che attraversa il territorio comunale da O verso E alla base della scarpata morfologica principale.

Per questa fascia di rispetto, la Normativa della Variante del P.T.C.P. dispone, all'art. 19.8, quanto segue:

« Lungo il tracciato del canale navigabile Milano – Cremona – Po non è consentito costruire, ricostruire o ampliare edifici e manufatti di qualsiasi specie entro una fascia di rispetto di 100 m dall'asse dell'idrovia, ad esclusione degli interventi per migliorare la navigabilità del canale e delle opere per la fruizione turistica del canale e delle infrastrutture produttive e per la mobilità che non ne ostacolano la navigabilità e risultano funzionali alla navigazione commerciale ».

Geositi

Con il termine “*geosito*” vengono indicati i beni naturali non rinnovabili di natura geologico-geomorfologica di un territorio, intesi quali elementi di pregio scientifico ed ambientale del patrimonio paesaggistico, che presentano caratteri di rarità e unicità e testimoniano i processi che hanno portato alla formazione e modellazione del territorio.

Nella cartografia della Variante del P.T.C.P., all'interno del territorio comunale di Spinadesco vengono individuati e censiti tre geositi:

- **Valle relitta del fiume Serio e Torbiere (geosito n. 6)**: deposito argilloso-bituminoso. Si individua nella zona NO del territorio comunale in corrispondenza del confine con il Comune di Sesto ed Uniti, e rappresenta i terreni superficiali che caratterizzano le alluvioni medio – recenti del fiume Po, e la cui granometria fine è dovuta agli ambienti a bassa energia idraulica delle zone distali dal corso d'acqua, in prossimità del piede delle scarpate morfologiche principali.

- **Valle dei Navigli (geosito n. 8)**: valle fluviale abbandonata forse di pertinenza del fiume Oglio. Rappresenta un'ampia porzione di territorio che si sviluppa nella porzione N-NE del Comune di Spinadesco.
- **Bodrio della Cà Vecchia (geosito n. 27)**: ubicato nei pressi di Cascina Cà Vecchia, a sud di Spinadesco, è considerato zona di particolare rilevanza naturale e ambientale e su di essa vige il vincolo paesaggistico. La zona depressa, che raggiunge una profondità di 7,40 m rispetto al piano campagna, è occupata da acque alimentate in modo perenne da infiltrazioni di falda.

Indirizzi di tutela relativa ai geositi individuati in territorio comunale sono riportati all'interno delle *"Norme Geologiche di Piano"*, come previsto all'interno del Piano Territoriale Regionale (P.T.R.).

Bibliografia

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

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

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

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

PROVINCIA DI CREMONA (2009) - *"Variante del P.T.C.P di adeguamento alla l.r. 12/2005"* – Settore Pianificazione Territoriale e Mobilità , Cremona.

8 – CARTA DI SINTESI (TAV. 9)

8.1 – PREMESSA

All'interno della "Carta di Sintesi", redatta nella Fase di Sintesi e Valutazione, sono state raccolte le principali informazioni desunte durante la Fase di Analisi, ed in particolare quelle relative agli aspetti idrogeologici, idraulici e geologico-tecnici del territorio comunale.

Sulla base di tali informazioni, sono state individuate, nell'intero territorio comunale, aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e della vulnerabilità rispetto allo specifico fenomeno che le genera; tale suddivisione sarà funzionale al giudizio conclusivo relativo alla fattibilità geologica delle azioni di piano, di cui alla successiva Fase di Proposta Finale.

Sulla base degli elementi sopra menzionati, gli ambiti omogenei di pericolosità e vulnerabilità individuati in Comune di Spinadesco sono i seguenti:

- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
- Aree scadenti dal punto di vista geotecnico

Una descrizione di tali aree e del fenomeno che le caratterizza viene riportata nei paragrafi successivi.

8.2 – AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Dal confronto tra le curve isoipse rappresentate in Tav. 2 e le curve isofreatiche rappresentate in Tav. 3, è stato possibile individuare all'interno del territorio comunale aree a differente soggiacenza della falda freatica. I valori di soggiacenza che caratterizzano le diverse aree rappresentano valori mediati sull'intero anno idrologico, e pertanto possono subire variazioni stagionali più o meno significative, in funzione dell'evento prevalente che determina tali variazioni.

In base alle indicazioni della d.g.r. 8/7374/2008, è stata individuata una fascia di territorio all'interno della quale, sulla base delle valutazioni idrogeologiche effettuate nel presente studio, basate su valori puntuali di soggiacenza, la falda freatica presenta valori di soggiacenza generalmente inferiori a m. 3,00 da p.c..

Detta porzione di territorio si sviluppa immediatamente a sud della scarpata morfologica principale, all'interno della valle del fiume Po, e si estende verso sud per circa 800 m.

Si sottolinea che, in particolar modo nelle aree adiacenti all'alveo del Po, il livello piezometrico della falda freatica è fortemente influenzato dal regime idraulico del corso d'acqua stesso, con il quale è in contatto idraulico, e pertanto si potrebbero registrare valori di soggiacenza differenti da quelli medi previsti, in funzione della variabilità del profilo di piena del Po.

La bassa soggiacenza della falda freatica in tale fascia di territorio determina condizioni limitative alla realizzazione di volumetrie interrato, e in alcuni casi impone l'adozione di idonee metodologie di abbattimento del livello freatico in fase di realizzazione degli scavi per le strutture di fondazione.

Si rappresenta in cartografia anche la cava a fossa sotto falda in comunicazione diretta con il ramo del fiume Po di Isola Serafini, Zona B dell'ATEg19 del vigente Piano Cave provinciale, per la quale l'attività estrattiva risulta attualmente interrotta.

8.3 – AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

All'interno della Tav. 9, si è ritenuto di rappresentare come territorio potenzialmente vulnerabile dal punto di vista idraulico l'intera valle alluvionale del fiume Po.

In particolare, la zona maggiormente vulnerabile è rappresentata dalla fascia territoriale ricadente nell'ambito golenale del fiume Po, comprensivo dell'Isola Mezzadra e della fascia compresa tra l'alveo del Po e l'argine maestro, ricadente sia in fascia A che, in minima parte, in fascia B del P.A.I..

Il limite superiore di tale ambito territoriale è stato fatto coincidere con il limite esterno della fascia B del P.A.I., così come rappresentata in Tav. 8 "Carta dei Vincoli", coincidente con il piede esterno dell'argine maestro.

Il potenziale rischio di esondazione del fiume Po in tali aree, come avvenuto durante eventi alluvionali storici e recenti, impone notevoli limitazioni alla realizzazione di nuove strutture edilizie ed alla modifica delle strutture esistenti, come prescritto all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. e ripreso all'interno delle Norme Geologiche di Piano.

Per quanto riguarda le aree che si sviluppano a tergo dell'argine maestro sino alla scarpata morfologica principale, la potenziale vulnerabilità idraulica è connessa perlopiù ad eventuali criticità idrauliche dell'argine maestro ed a fenomeni di esondazione del reticolo idrografico secondario.

Di conseguenza, si riconoscono all'interno della valle del fiume Po due tipologie di vulnerabilità, come rappresentato in Tav. 9:

- vulnerabilità idraulica primaria: caratterizza le aree golenali ed è legata in modo diretto all'esondazione del fiume Po;
- vulnerabilità idraulica secondaria: caratterizza le aree fuori golena ed è connessa a potenziali criticità della difesa arginale e/o in modo indiretto alla tracimazione per rigurgito dei corsi d'acqua del reticolo secondario.

* * * *

Come riferito nel precedente capitolo, è in fase di redazione lo studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore comunale ed il relativo Regolamento di Polizia Idraulica, come disposto dalle vigenti normative regionali.

Una volta realizzati, ed approvati dalla Sede Territoriale della Regione Lombardia (S.T.E.R.), che deve esprimere un parere tecnico vincolante, gli elaborati riguardanti il Reticolo Idrico Minore ed il Regolamento di Polizia Idraulica, questi dovranno rappresentare il riferimento principale per la definizione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua pubblici e delle relative prescrizioni.

Non si ritiene pertanto opportuno riportare in cartografia le fasce adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di pulizia dell'alveo, il passaggio dei mezzi meccanici, il deposito delle materie di spurgo e la realizzazione di interventi di difesa, in quanto tali aree sono soggette a specifica disciplina, derivante dal Regolamento di Polizia Idraulica, dai Regolamenti Idraulici previsti dai gestori dei corsi d'acqua, dal Codice Civile, e quindi appare superflua la delimitazione di tali fasce di rispetto, come previsto peraltro all'interno della d.g.r. 7374/2008 relativamente alle captazioni ad uso idropotabile, ai cimiteri ed ai depuratori.

8.4 – AREE SCADENTI DAL PUNTO DI VISTA GEOTECNICO

Sono riportate le aree all'interno delle quali è stata rilevata la presenza di terreni con scarse caratteristiche geologico-tecniche, e per i quali è stato assegnato un giudizio qualitativo di “scarso” nella rappresentazione di cui alla Tav. 5 “*Carta geologico-technica*”.

La fascia territoriale in esame, che si sviluppa a sud della scarpata morfologica principale, è stata ulteriormente suddivisa in due ambiti, in funzione delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni di fondazioni desunte dalle indagini geognostiche disponibili.

Si individua pertanto una limitata porzione di territorio (ambito A1) in corrispondenza dell'Acciaieria Arvedi, a sud della scarpata, caratterizzata da depositi superficiali argillosi, limoso-argillosi e/o sabbioso-argillosi, con presenza di livelli anche argilloso-torbosi sino a circa 6,00÷7,50 da p.c., sostituiti successivamente in profondità da livelli in prevalenza sabbioso-limosi e/o limoso-sabbiosi.

In corrispondenza dell'ambito territoriale A2, detti livelli, di natura prevalentemente coesiva e con scadenti proprietà geomeccaniche, si rilevano a profondità comprese generalmente tra m. 5,00 e m. 10,00 da p.c., cui seguono in profondità terreni sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi di buona compattezza.

In tutta la fascia di territorio individuata, le scarse proprietà geomeccaniche dei terreni di fondazione permettono di sostenere che essi non sono sufficientemente adeguati, senza specifici interventi volti al miglioramento delle caratteristiche geologico-tecniche e della capacità portante, a sopportare i sovraccarichi applicati dalle sovrastrutture; essi sono in particolare soggetti a fenomeni di cedimento assoluto e/o differenziale, data la natura prevalentemente coesiva ad elevata compressibilità, in grado di influire negativamente sulla stabilità delle strutture in superficie.

8.5 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella Tav. 9 “*Carta di Sintesi*” sono state individuate aree soggette a specifici fenomeni che determinano condizioni di pericolosità e vulnerabilità; essa è propedeutica alla successiva assegnazione delle Classi di Fattibilità Geologica agli ambiti territoriali poligonali in essa rappresentati.

In particolare, è stata effettuata una zonazione dell'intero territorio comunale di Spinadesco in funzione della vulnerabilità dello stesso relativamente agli aspetti idrogeologici, idraulici e geologico-tecnici.

Relativamente agli aspetti idrogeologici e geologico-tecnici, la fascia territoriale maggiormente vulnerabile è rappresentata dalla porzione di territorio che si sviluppa immediatamente a sud della scarpata morfologica principale, come rappresentato in cartografia, caratterizzata da valori di soggiacenza della falda freatica generalmente inferiori a m. 3,00 da p.c. e da terreni di fondazione costituiti perlopiù da depositi di natura coesiva (argillosi, limoso-argillosi ed argilloso-torbosi) con scadenti proprietà geologico-tecniche.

Relativamente alla vulnerabilità idraulica del territorio, la porzione maggiormente a rischio di esondazione del fiume Po è rappresentata dall'area golenale, all'interno della quale si prevedono gravi limitazioni alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, mentre le aree fuori golena presentano un fattore di rischio inferiore, come precisato nel successivo capitolo.

Relativamente alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, non si è ritenuto opportuno il loro inserimento all'interno della cartografia in oggetto, essendo tali aree soggette a specifica disciplina, che deve rappresentare il riferimento per qualsiasi attività di gestione e trasformazione delle aree in alveo e nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua, comprensive delle fasce da mantenere a disposizione per le operazioni di manutenzione.

9 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO E CLASSI DI FATTIBILITA' (TAV. 10)

9.1 – PREMESSA

Attraverso la valutazione degli elementi principali emersi nella Fase di Analisi, e sulla base degli ambiti territoriali omogenei individuati all'interno del territorio comunale di Spinadesco durante la Fase di Sintesi e Valutazione, nonché dei vincoli derivanti dal P.A.I., è stata predisposta, nella Fase di Proposta Finale, la Tav. 10 "*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*", attraverso la quale viene definita la fattibilità geologica degli interventi di pianificazione urbanistica.

Tale rappresentazione cartografica è stata redatta, per l'intero territorio comunale, su base cartografica C.T.R. in scala 1:10.000; la rappresentazione delle classi di fattibilità e della zonazione sismica del territorio comunale in formato "**shape file**", secondo lo schema fisico dei dati definito dalla Regione Lombardia, permetterà l'aggiornamento del mosaico della fattibilità contenuto nel Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) integrato regionale.

Ad ogni Classe di Fattibilità Geologica individuata sono state attribuite specifiche prescrizioni, riportate all'interno del Cap. 10 "*Norme Geologiche di Piano*", riassunte in modo schematico nella tabella presentata in calce a detto capitolo ed all'interno della Tav. 10.

Ad ognuna di esse nella cartografia citata sono stati inoltre sovrapposti gli scenari di pericolosità sismica locale, così come rappresentati all'interno della Tav. 7 "*Carta della pericolosità sismica locale di 2° livello*", ovvero gli scenari di pericolosità sismica PSL Z2 (zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti e zone con depositi granulari fini saturi) e PSL Z4a (zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi).

La rappresentazione delle aree a pericolosità sismica locale individuate non comporta un automatico cambio di Classe di Fattibilità Geologica, ma fornisce indicazioni riguardo agli approfondimenti da effettuare in fase di progettazione in considerazione della componente sismica del territorio comunale, sulla base dei risultati del presente studio.

Specifiche indicazioni normative relativamente agli aspetti sismici verranno riportate, per ognuna delle Classi di Fattibilità, all'interno delle "*Norme Geologiche di Piano*".

L'attribuzione delle Classi di Fattibilità Geologica al territorio comunale è avvenuta attraverso le due fasi successive previste dalla d.g.r. 7374/2008, di seguito descritte.

9.2 – FASE 1: ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI INGRESSO ALLE CLASSI DI FATTIBILITA'

Sulla base delle disposizioni della d.g.r. 7374/2008, ad ogni ambito territoriale omogeneo individuato rappresentato in Tav. 9 "*Carta di Sintesi*", soggetto a specifici fenomeni che ne determinano condizioni di pericolosità e vulnerabilità, è stato attribuito un valore di ingresso, riportato nella Tabella 1 della citata delibera, corrispondente al fattore di vulnerabilità e/o pericolosità in essa rilevato, propedeutico alla definitiva attribuzione delle Classi di Fattibilità Geologica (Fase 2).

In aggiunta, sono state recepite le disposizioni relative alle aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali del P.A.I., così come rappresentate nella Tav. 8 "*Carta dei Vincoli*".

All'interno del territorio comunale di Spinadesco, sono state individuate le seguenti condizioni previste nella menzionata tabella.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Aree a bassa soggiacenza della falda – Classe di ingresso: **3**.

Aree con emergenza della falda (lago di cava) – Classe di ingresso: **4**.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali – Classe di ingresso: **4**.

Aree potenzialmente inondabili a causa di criticità idrauliche – Classe di ingresso: **4**.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante – Classe di ingresso: **3**.

Aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali del P.A.I.

Fascia A all'esterno dei centri edificati – Classe di ingresso: **4**.

Fascia B all'esterno dei centri edificati – Classe di ingresso: **3**.

Fascia C – Classe di ingresso: da attribuire in base alle problematiche riscontrate.

* * * *

In riferimento alle aree soggette a vincoli di Polizia Idraulica, comprensive delle fasce da mantenere a disposizione per le operazioni di manutenzione, come riferito nel precedente capitolo, non è prevista l'attribuzione di un'apposita Classe di Fattibilità Geologica, essendo esse soggette a specifica disciplina normativa; tali aree, pertanto, assumeranno la Classe di Fattibilità Geologica del territorio al quale appartengono, definita esclusivamente in funzione delle caratteristiche geologiche e/o idrogeologiche dello stesso.

Lo stesso discorso può essere esteso alle zone di tutela assoluta e di rispetto del pozzo pubblico ad uso idropotabile ed al cimitero.

9.3 FASE 2: ATTRIBUZIONE DEFINITIVA DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Relativamente all'attribuzione delle Classi di Fattibilità Geologica al territorio comunale, si confermano le Classi di ingresso adottate nella Fase 1 per le aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico e per le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, mentre si ritiene opportuno modificare le classi di fattibilità proposte dalla normativa per le aree potenzialmente inondabili a causa di criticità idrauliche e per le aree ricadenti all'interno della Fascia B del P.A.I..

Per quanto riguarda le aree potenzialmente inondabili, ovvero il territorio che si sviluppa a tergo dell'argine maestro sino alla scarpata morfologica principale, compreso all'interno della Fascia C del P.A.I., lo scenario di rischio idrogeologico risulta subordinato a fattori accidentali attribuibili essenzialmente alla rottura localizzata dell'argine maestro, evento che rende le aree esterne alla golena potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione del fiume Po.

Tuttavia, dall'analisi degli eventi alluvionali di carattere eccezionale analizzati nel presente studio, non sono emerse informazioni relative ad eventuali rotture dell'argine maestro; in tutti i casi, la difesa arginale non ha mostrato evidenti segni di cedimento ma ha sempre retto l'impatto delle ondate di piena che hanno invaso esclusivamente le aree golenali.

Gli allagamenti nelle aree fuori golena sono stati invece perlopiù determinati dall'esondazione per rigurgito degli elementi del reticolo idrografico secondario (Riglio, Benzona, Bicinengo); tale condizione è stata in parte migliorata con la realizzazione della

chiavica del Riglio, realizzata successivamente all'evento alluvionale del 1994, e dagli impianti di pompaggio della conca del Porto Canale di Cremona.

Pertanto, in base ai criteri oggettivi riportati in precedenza, si ritiene di assegnare al territorio fuori golena, che si sviluppa a tergo dell'argine maestro sino alla scarpata morfologica principale, la meno restrittiva Classe di Fattibilità Geologica **3**.

Relativamente alla porzione di territorio ricadente in Fascia B del P.A.I., compresa tra l'argine secondario (golenale) e l'argine maestro, si ritiene corretto, in via cautelativa, l'assegnazione alla Classe di Fattibilità Geologica **4**, maggiormente restrittiva della Classe 3 proposta dalla normativa per tali aree, considerando la stessa alla stregua degli altri ambiti territoriali che costituiscono la zona golenale.

Al territorio compreso tra l'argine maestro e la scarpata morfologica principale, ricadente in Fascia C del P.A.I., viene assegnato alla Classe di Fattibilità Geologica **3**

In definitiva, al territorio comunale di Spinadesco vengono assegnate le Classi di Fattibilità Geologica di seguito riportate.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Aree a bassa soggiacenza della falda – Classe di Fattibilità Geologica: **3**.

Aree con emergenza della falda (lago di cava) – Classe di Fattibilità Geologica: **4**.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali – Classe di Fattibilità Geologica: **4**.

Aree potenzialmente inondabili a causa di criticità idrauliche – Classe di Fattibilità Geologica: **3**.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante – Classe di Fattibilità Geologica: **3**.

Aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali del P.A.I.

Fascia A all'esterno dei centri edificati – Classe di Fattibilità Geologica: **4**.

Fascia B all'esterno dei centri edificati – Classe di Fattibilità Geologica: **4**.

Fascia C compresa tra l'argine maestro e la scarpata morfologica principale – Classe di Fattibilità Geologica: **3**.

Fascia C nella fascia NO del territorio comunale – Classe di Fattibilità Geologica: **2**.

Per maggiore chiarezza, si è ritenuto inoltre opportuno suddividere la Classe di Fattibilità Geologica **3** in sottoclassi, in ognuna delle quali rientrano ambiti territoriali caratterizzati da uno specifico fenomeno che ne determina condizioni di pericolosità e/o vulnerabilità diversificate.

* * * *

Vengono di seguito presentate le Classi di Fattibilità Geologica attribuite in via definitiva al territorio comunale di Spinadesco.

CLASSE 1 – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

Aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Rappresenta la maggior parte del territorio che si sviluppa sul ripiano terrazzato del Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.), caratterizzato da depositi superficiali prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi in superficie, sostituiti in profondità da livelli in prevalenza sabbioso-limosi, sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con buone proprietà geologico-tecniche.

In tale ambito territoriale, la falda presenta generalmente valori di soggiacenza superiori a m. 5,00 da p.c., che permettono di limitare e/o escludere interferenze con eventuali volumetrie interrato di progetto.

In generale, questi terreni sono compatibili con il campo di tensioni applicato dalle opere edilizie più comuni, senza peraltro subire cedimenti tali da influenzare la stabilità delle strutture in superficie.

CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

Aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Sono state assegnate alla Classe 2 le aree che si sviluppano prevalentemente nella porzione nord-orientale del territorio comunale, all'interno del L.F.P., comprensive della fascia occupata dalla depressione valliva del Colatore Bicinengo.

I terreni di fondazione presentano le medesime caratteristiche di quelli ricadenti in Classe 1, con livelli superficiali in prevalenza limoso-sabbiosi e depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi in profondità, con proprietà geologico-tecniche da buone a molto buone.

Nell'ambito territoriale considerato, la falda freatica presenta valori di soggiacenza generalmente compresi nell'intervallo m. 4,00 ÷ 5,00, che limitano la realizzazione di volumetrie interrato in ragione della loro possibile interferenza con le acque sotterranee, oppure, nell'ipotesi di realizzazione delle stesse, impongono l'utilizzo di idonei sistemi di impermeabilizzazione delle strutture interrato e di opportune tecniche di abbattimento delle acque sotterranee in fase di cantiere.

CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Aree 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 e/o vulnerabilità individuate.

E' stata assegnata a tutta la fascia di territorio comunale compresa tra l'argine maestro e la scarpata morfologica principale, caratterizzata dai depositi alluvionali della valle del fiume Po.

In funzione del fenomeno che maggiormente caratterizza le aree ad esse attribuite, è stata adottata la suddivisione in 3 sottoclassi.

- **Sottoclasse 3a: aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

Appartiene a questa sottoclasse la fascia di territorio che si sviluppa immediatamente a sud della scarpata morfologica principale e che presenta valori di soggiacenza della falda freatica generalmente inferiori a m. 3,00 da p.c..

Le condizioni idrogeologiche delle aree in esame permettono di ritenere le stesse non idonee alla realizzazione di volumetrie interrato, che andrebbero ad interferire con le acque sotterranee; particolari accorgimenti per abbattere il livello piezometrico della falda freatica

dovranno essere previsti in fase di realizzazione degli scavi per la messa in opera delle strutture di fondazione.

- **Sottoclasse 3b: aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

Ricadono all'interno di questa sottoclasse le aree caratterizzate da terreni di fondazione caratterizzati da depositi argillosi, limoso-argillosi e/o sabbioso-argillosi, con presenza di livelli anche argilloso-torbosi, nei livelli superficiali e/o intermedi, a profondità generalmente inferiori a m. 7,50 ÷ 10,00 da p.c..

La fascia territoriale che presenta tali caratteristiche è quella che si sviluppa a sud della scarpata morfologica principale, limitata a sud dall'argine secondario ed in parte dall'argine maestro.

I terreni in esame presentano scarse proprietà geologico-tecniche, inadeguate a sopportare i sovraccarichi, anche di modesta entità, trasmessi ad essi attraverso le strutture di fondazione. La compressibilità del materiale argilloso è tale da determinare, per il campo di tensioni più frequentemente trasmesse al terreno, cedimenti assoluti e differenziali significativi, sia in condizioni sismiche che non sismiche, potenzialmente incompatibili con la stabilità delle sovrastrutture.

- **Sottoclasse 3c: aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

Come riferito in precedenza, è stata assegnata a questa sottoclasse l'ampia porzione di territorio che si sviluppa tra l'argine maestro e la scarpata morfologica principale.

La vulnerabilità potenziale di questo ambito territoriale deriva essenzialmente da fenomeni di tracimazione dei corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario, in particolare dell'asta del Colatore Riglio, durante gli eventi di piena del fiume Po, quando il livello idrometrico di quest'ultimo è tale da rendere difficile e/o impossibile lo scarico naturale delle acque raccolte nel territorio e convogliate verso lo stesso dai suoi principali colatori, con conseguenti fenomeni di rigurgito dei corsi d'acqua minori che, non essendo dimensionati per portate eccezionali, tendono ad esondare allagando i territori circostanti.

Altro rischio potenziale è connesso, durante gli eventi di piena, ad eventuali rotture di alcuni tratti dell'argine maestro ed a fenomeni di sifonamento, in grado di ridurre la stabilità della

difesa arginale e determinare cedimenti localizzati, con conseguente allagamento delle aree a tergo dell'argine maestro.

In entrambi i casi, il potenziale rischio di allagamento delle aree fuori golena può essere limitato e/o scongiurato attraverso opportuni interventi, da parte dei Soggetti preposti, di controllo e manutenzione sia dei corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario che del rilevato arginale.

CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Aree nelle quali sono state riscontrate gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di alta pericolosità e/o vulnerabilità individuate.

E' stata assegnata alle aree golenali del fiume Po, comprensive dell'Isola Mezzadra e della fascia compresa tra l'alveo del fiume Po e l'argine maestro, ricadenti sia in fascia A che in fascia B del P.A.I., in quanto soggette ad allagamento in occasione di piene straordinarie del Po, come accaduto durante i principali eventi alluvionali analizzati nel presente studio, nonché al lago di cava in corrispondenza della Zona B dell'ATEg19.

* * * *

Nel successivo capitolo, vengono riportate le *“Norme Geologiche di Piano”*, che contengono la normativa d'uso associata ad ognuna delle Classi di Fattibilità Geologica attribuite al territorio comunale di Spinadesco, e le corrispondenti indicazioni relative alle indagini di approfondimento da realizzare prima degli interventi urbanistici.

Inoltre, per le aree appartenenti agli scenari di pericolosità sismica locale PSL individuati in territorio comunale, si riporta la normativa sismica di riferimento e le modalità di applicazione della stessa in funzione dei risultati emersi nel corso dello studio.

10 – NORME GEOLOGICHE DI PIANO

ART. 1

Il Comune di Spinadesco è tenuto ad informare i Soggetti Attuatori delle previsioni dello strumento urbanistico, denominato "*Piano di Governo del Territorio (P.G.T.)*", sulle limitazioni derivanti dalla classificazione di fattibilità assegnata e dalle prescrizioni contenute all'interno delle "*Norme Geologiche di Piano*", e ne deve garantire il rispetto.

ART. 2

Le "*Norme Geologiche di Piano*" devono essere riportate integralmente all'interno del "*Documento di Piano*" del P.G.T. e del "*Piano delle Regole*" del P.G.T..

ART. 3

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per tutte le Classi di Fattibilità Geologica e per le aree PSL Z4a e PSL Z2 devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento ed alla progettazione stessa.

ART. 4

Copia delle indagini di cui all' art. 3, della relazione geologica e della relazione geologico-tecnica o geotecnica obbligatoria di supporto, deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione di Variante Generale al P.G.T., di Variante Parziale al P.G.T., dei Piani Attuativi, dei Programmi Integrati di Intervento, e di tutti gli interventi edilizi che apportino variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione.

ART. 5

Il riferimento normativo principale relativamente alla progettazione, all'esecuzione ed al collaudo di tutte le tipologie di costruzioni è rappresentato dal D.M. 14-01-2008, "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".

Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, così come definite nel D.M. 14-01-2008, è ammesso il riferimento al D.M. 11-03-1988 "*Norme Tecniche per i terreni, le rocce e la stabilità dei pendii*" e relativa c.m. 24-09-1988 n. 30483, nonché al D.M. 16-01-1996 "*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*" e relativa c.m. 10-04-1997 n. 65/AA.GG per la valutazione delle azioni sismiche.

Il rispetto delle disposizioni del D.M. 14-01-08 è in ogni caso obbligatorio per gli edifici ed opere strategiche e rilevanti di nuova previsione, il cui elenco, approvato con D.d.u.o. 21 novembre 2003 n°19904, viene riportato in art. 19.

ART. 6

Classe di Fattibilità Geologica 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni

Per le aree ricadenti in questa classe, qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione dovrà essere preceduto da specifiche indagini geologiche e geologico-tecniche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico del sito e del modello geotecnico del sottosuolo, necessari alla progettazione ed alle verifiche di sicurezza e delle prestazioni delle opere in progetto.

Le analisi geologiche del territorio, i metodi ed i risultati delle indagini geologiche e geologico-tecniche realizzate dovranno essere compiutamente esposti e commentati in una relazione geologica ed in una relazione geologico-tecnica o geotecnica, a firma di professionista abilitato iscritto all'Albo.

All'interno della relazione geologico-tecnica o geotecnica dovrà essere riportata in modo dettagliato la verifica della capacità portante dei terreni di fondazione e la valutazione relativa ai cedimenti teorici assoluti e differenziali indotti dalle opere in progetto, utilizzando il "*metodo alle tensioni ammissibili*" oppure il "*metodo agli stati limite*", in funzione del riferimento normativo adottato.

Il numero, l'estensione e la tipologia delle indagini dovranno essere opportunamente previste e programmate dal tecnico incaricato, in funzione dell'opera in progetto e della dimensione dell'area di intervento.

Le aree in oggetto ricadono all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, per il quale la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi non è necessaria in fase di progettazione l'applicazione del 3° livello di approfondimento, fermo restando l'obbligo del rispetto delle disposizioni riportate in precedenza.

In riferimento agli edifici ed alle opere strategiche e rilevanti di nuova previsione, è obbligatoria l'analisi della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche, nel rispetto delle disposizioni del D.M. 14-01-08.

In riferimento a tutte le altre tipologie di opere, sarà compito del tecnico incaricato, a sua discrezione e sotto la propria responsabilità, valutare la possibilità di un'analisi della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche qualora la litologia rilevata attraverso le indagini realizzate sia potenzialmente suscettibile al fenomeno.

Le indagini e gli approfondimenti di cui sopra dovranno essere realizzati secondo la normativa di cui all'art. 5.

ART. 7

Classe di Fattibilità Geologica 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Per le aree ricadenti in questa classe, per qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione valgono le medesime indicazioni riportate in art. 6.

In caso di interventi che prevedono la realizzazione di piani interrati, dovrà essere prevista l'installazione di almeno un piezometro, attraverso il quale si procederà alla misurazione del livello piezometrico della falda freatica superficiale ed alla verifica delle sue variazioni nel tempo.

La realizzazione di volumetrie interrate dovrà essere accompagnata dalla descrizione, nell'ambito della relazione geologica/idrogeologica obbligatoria di supporto, delle indagini volte a definire la soggiacenza minima della falda freatica superficiale all'interno dell'area in esame, nonché delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto (impermeabilizzazioni, tecniche di abbattimento della falda freatica in fase di cantiere).

Le aree in oggetto ricadono all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a; per esse valgono le indicazioni riportate in art. 6.

ART. 8

Classe di Fattibilità Geologica 3_Sottoclasse 3a – Fattibilità con consistenti limitazioni

Per le aree ricadenti in questa classe, per qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione valgono le medesime indicazioni riportate in art. 6.

Dovrà essere prevista in ogni caso l'installazione di almeno un piezometro, attraverso il quale si procederà alla misurazione del livello piezometrico della falda freatica superficiale ed alla verifica delle sue variazioni nel tempo.

La realizzazione delle strutture di fondazione, nonché di eventuali volumetrie interrato, dovrà essere accompagnata dalla descrizione, all'interno della relazione geologica obbligatoria di supporto, delle indagini volte a definire la soggiacenza minima della falda freatica superficiale all'interno dell'area in esame, nonché delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto (impermeabilizzazioni, tecniche di abbattimento della falda in fase di cantiere,...).

Le aree in oggetto ricadono sia all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, sia all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2.

Per le zone appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, valgono le considerazioni riportate in art. 6.

Per le zone appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2, solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, di cui al D.d.u.o. 19904/2003, è obbligatoria in fase di progettazione l'applicazione del 3° livello di approfondimento, di cui alla d.g.r. 7374/2008, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche ad altre categorie di edifici.

ART. 9

Classe di Fattibilità Geologica 3_Sottoclasse 3b – Fattibilità con consistenti limitazioni

Per le aree ricadenti in questa classe, per qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione valgono le medesime indicazioni riportate in art. 6.

Dovranno essere previsti rilievi approfonditi relativamente ai terreni di fondazione, al fine di individuare i livelli che presentano scadenti caratteristiche geologico-tecniche, inadeguati ai sovraccarichi applicati e potenzialmente soggetti al verificarsi di cedimenti assoluti e differenziali, con conseguente diminuzione della stabilità delle opere realizzate in superficie.

Le aree in oggetto ricadono all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2; per esse valgono le indicazioni riportate in art. 8.

ART. 10

Classe di Fattibilità Geologica 3_Sottoclasse 3c – Fattibilità con consistenti limitazioni

Per le aree ricadenti in questa classe, per qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione valgono le medesime indicazioni riportate in art. 6.

Poiché tali aree ricadono all'interno della Fascia C del P.A.I., per la mitigazione del rischio idrogeologico si consiglia l'adozione degli accorgimenti di cui all'art. 13, in funzione delle potenziali condizioni di rischio idrogeologico che dovranno essere adeguatamente valutate dal tecnico incaricato.

Le aree in oggetto ricadono sia all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, sia all'interno dello scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2.

Per le zone appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a, valgono le considerazioni riportate in art. 6.

Per le zone appartenenti allo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z2, valgono le considerazioni riportate in art. 8.

ART. 11

Classe di Fattibilità Geologica 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

Per tutte le aree attribuite a tale Classe si applicano le “*Norme di Attuazione (N.T.A.)*” del P.A.I..

Per le aree ricadenti all'interno della Fascia A del P.A.I., all'esterno del centro edificato di Spinadesco, si applicano le corrispondenti “*Norme di Attuazione (N.T.A.)*” del P.A.I., di cui all'art.12 comma 1 e comma 3 delle presenti norme.

Per le aree ricadenti all'interno della Fascia B del P.A.I., all'esterno del centro edificato di Spinadesco, si applicano le più restrittive “*Norme di Attuazione (N.T.A.)*” relative alla Fascia A del P.A.I., di cui all'art. 12 comma 1 e comma 3 delle presenti norme.

ART. 12

Norme P.A.I.

1. Nei territori della **Fascia A** del P.A.I. (fascia di deflusso della piena) sono consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 29, 38, 38bis, 38ter, 39, 41 delle N.T.A. del P.A.I..
In particolare, ai sensi dell'art. 39 comma 3 delle N.T.A. del P.A.I., nei territori della **Fascia A** del P.A.I. esterni al centro edificato sono esclusivamente consentite opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio, così come definiti nella L.R. 11-03-2005 n. 12.
2. Nei territori della **Fascia B** del P.A.I. (fascia di esondazione) sono consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39, 41 delle N.T.A. del P.A.I..
In particolare, ai sensi dell'art. 39 comma 4 delle N.T.A. del P.A.I., nei territori della **Fascia B** del P.A.I. esterni al centro edificato sono esclusivamente consentite:
 - a) opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativi e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio;

- b) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
 - c) interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime ed a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
 - d) interventi di adeguamento igienico funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
 - e) opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore.
3. Nei territori delle **Fascia A** e della **Fascia B** del P.A.I., ai sensi dell'art. 38 delle N.T.A. del P.A.I., la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, è soggetta ai seguenti procedimenti:
- a) fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30 delle N.T.A. del P.A.I., è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono avere luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine, i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino;

- b) l'Autorità di Bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità ed alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini di impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma precedente sarà espresso dalla stessa Autorità di Bacino;
- c) le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino.
4. Nei territori della **Fascia C** (area di inondazione per piena catastrofica), ai sensi dell'art. 31 comma 4 delle N.T.A. del P.A.I., compete agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica regolamentare le attività consentite, i limiti ed i divieti.
- Pertanto, in tali aree per la mitigazione del rischio idrogeologico dovranno essere adottati gli accorgimenti di cui all'art. 13.

ART. 13

Accorgimenti da adottare per la mitigazione del rischio idrogeologico

1) Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture

- Realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento.
- Realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente.
- Progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità.
- Progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale.
- Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.
- Adottare particolari cautele nella realizzazione delle strutture di fondazione o di eventuali volumetrie interrato in riferimento ai rischi connessi con l'innalzamento del livello freatico, strettamente connesso con il livello idrometrico del Serio durante eventi di piena significativi.

2) Misure atte a garantire l'incolumità delle persone

- I progetti per nuovi interventi edificatori non dovranno prevedere occupazione stabile da parte dei residenti delle volumetrie poste a quote inferiori rispetto al livello della piena di riferimento.

3) Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni

- Opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.
- Opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali.
- Fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento di suoli coesivi.

4) Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione

- Uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori.
- Vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento.

5) Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche

6) Utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua

ART. 14

Vincolo idrogeologico

In corrispondenza del pozzo pubblico ad uso idropotabile dovranno essere rispettate le seguenti zone di vincolo idrogeologico, previste all'interno del D.lgs. 152/2006:

- Fascia di tutela assoluta: 10 m
- Fascia di rispetto: 200 m

In caso di realizzazione di nuove strutture di emungimento con funzione pubblica, la fascia di rispetto è stabilita in 200 m dalla bocca pozzo (criterio geometrico), fatta salva una eventuale riduzione autorizzata dalla Provincia rilasciata in seguito alla presentazione di adeguato studio idrogeologico.

ART. 15

Vincolo idraulico

Lungo tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico comunale, per l'esercizio delle funzioni di manutenzione ordinaria, straordinaria e di pulizia dell'alveo del corso

d'acqua, compresi gli interventi di difesa idraulica, deve essere mantenuta libera una fascia ad esso adiacente per consentire l'accessibilità dei mezzi meccanici.

Tali aree sono soggette a specifica disciplina, derivante dai Regolamenti Idraulici previsti dai gestori dei corsi d'acqua e dal Codice Civile, ai quali si rimanda.

ART. 16

Vincolo paesaggistico

Il fiume Po, iscritto nell' *"Elenco delle Acque Pubbliche"* della Provincia di Cremona al n° 1, di cui alla d.g.r. 25 luglio 1986 n° 4/12028, è sottoposto a vincolo paesaggistico all'interno di tutta la zona golenale e per una fascia di 150 metri dall'argine maestro nella zona fuori golena, e soggetto alle disposizioni della Parte Terza - Titolo I del d.lgs. 42/04, al quale si rimanda.

ART. 17

Vincoli del P.T.C.P.

Sono vietati gli interventi di urbanizzazione e nuova edificazione per una fascia di **10 metri** in entrambe le direzioni dall'orlo di scarpate morfologiche fluviali, mentre sono consentiti, per gli edifici esistenti, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale gli eventuali ampliamenti devono svilupparsi nella direzione opposta all'orlo di scarpata.

Per le zone umide non sono consentiti interventi di carattere edificatorio e interventi di trasformazione o di manomissione diretta ed indiretta sino ad un intorno di **50 metri**, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale; non sono inoltre consentite opere di bonifica per fini agricoli o per la sistemazione del terreno in un intorno di **10 metri**.

Per le aree di pregio naturalistico coincidenti con gli elementi costitutivi della rete ecologica di primo e secondo livello e sino ad un intorno di **20 metri**, non è consentita alcuna nuova espansione urbana ed industriale, né sono consentiti interventi di carattere edificatorio, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale.

Si rimanda alla Normativa della vigente Variante al P.T.C.P. per i necessari approfondimenti.

ART. 18

Geositi

La tutela dei geositi è regolata dall'art. 16.1 della Variante al P.T.C.P., al quale si rimanda e del quale si riporta di seguito un breve stralcio.

Per ciascun geosito identificato si individuano e dispongono tre livelli di tutela.

- a) Livello di tutela 1: in tali geositi è da perseguire la conservazione, la valorizzazione e il recupero di tutti gli elementi peculiari quali scarpate, tratti di corsi d'acqua ad andamento naturale, forme relitte costitutive del paesaggio e la salvaguardia delle presenze significative della naturalità.
- b) Livello di tutela 2: per tali geositi l'indicazione di attenzione mira alla valorizzazione delle realtà naturalistiche o legate alla geodiversità territoriale esistente.
- c) Livello di tutela 3: in tali geositi è da perseguire la conservazione, la valorizzazione e il recupero di tutti gli elementi costitutivi del paesaggio, nonché la salvaguardia delle presenze significative della naturalità oltre che degli elementi testimoniali storici.

I geositi in territorio comunale presentano i seguenti livelli di tutela.

Geosito n. 6 - Valle relitta del fiume Serio e Torbiere – Livello di tutela 1.

Geosito n. 8 - Valle dei Navigli – Livello di tutela 1.

Geosito n. 27 – Bodrio della Cà Vecchia – Livello di tutela 3.

ART. 19

Elenco degli edifici strategici e rilevanti di cui al Decreto Dirigenziale della Regione Lombardia D.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904.

1. Edifici ed opere strategiche: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (prioritamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza).
- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (prioritamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza).
- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione comunale (prioritamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza).
- Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (prioritamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza).
- Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.).
- Centri funzionali di protezione civile.
- Edifici ed opere individuate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.

- Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti d'emergenza, urgenza ed accettazione.
- Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza).
- Centrali operative 118.

2. Edifici ed opere rilevanti: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

a) Edifici

- Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori (sia pubbliche che private).
- Strutture ricreative (ivi compresi gli oratori), sportive e culturali, locali di spettacolo ed intrattenimento in genere.
- Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003.
- Strutture sanitarie e/o socio assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.).
- Edifici e strutture aperti al pubblico destinate all'erogazione dei servizi, adibiti al commercio (centri commerciali), suscettibili di grande affollamento.

b) Opere infrastrutturali

- Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade "strategiche" provinciali e comunali non comprese tra la "grande viabilità" di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate "strategiche" nei piani di emergenza provinciali e comunali.
- Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane).
- Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica.
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.).
- Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali.
- Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione).
- Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi.
- Opere di ritenuta di competenza statale.

* * * *

Si fornisce di seguito la tabella riassuntiva delle prescrizioni indicate per le aree attribuite alle Classi di Fattibilità Geologica all'interno del territorio comunale di Spinadesco, riportata anche nella Tav. 10 "*Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano e Classi di Fattibilità*".

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Classe	C1	C2	C3			C4	Prescrizioni
Sottoclasse			3a	3b	3c		
	X	X	X	X	X		Qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione dovrà essere preceduto da specifiche indagini geologiche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico del sito di intervento, dettagliatamente analizzato e descritto all'interno di una relazione geologica, a firma di tecnico abilitato iscritto all'Albo. Riferimenti normativi: D.M. 14-01-08, D.M. 16-01-96 e relativa c.m. 65-97, D.M. 11-03-88 e relativa c.m. 30483-88.
	X	X	X	X	X		Indagini geologico-tecniche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo, necessario alla progettazione ed alle verifiche di sicurezza e delle prestazioni delle opere in progetto, dettagliatamente analizzato e descritto all'interno di una relazione geologico-tecnica o geotecnica, a firma di tecnico abilitato iscritto all'Albo. All'interno della relazione geologico-tecnica o geotecnica dovrà essere riportata in modo dettagliato la verifica della capacità portante dei terreni di fondazione e la valutazione relativa ai cedimenti teorici assoluti e differenziali indotti dalle opere in progetto, utilizzando il "metodo alle tensioni ammissibili" oppure il "metodo agli stati limite", in funzione del riferimento normativo adottato. Riferimenti normativi: D.M. 14-01-08, D.M. 16-01-96 e relativa c.m. 65-97, D.M. 11-03-88 e relativa c.m. 30483/88.
		X	X	X	X		In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, posa di almeno un piezometro per la misura del livello piezometrico della falda freatica superficiale e delle relative escursioni nel tempo, nonché l'indicazione delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto (impermeabilizzazioni, abbattimento della falda freatica in fase di cantiere).
			X				Deve essere prevista in ogni caso l'installazione di almeno un piezometro, attraverso il quale si procederà alla misurazione del livello piezometrico della falda freatica superficiale ed alla verifica delle sue variazioni nel tempo. La realizzazione delle strutture di fondazione, nonché di eventuali volumetrie interrate, che si ritiene di sconsigliare, dovrà essere accompagnata dalla descrizione, all'interno della relazione geologica obbligatoria di supporto,

						delle indagini volte a definire la soggiacenza minima della falda freatica superficiale all'interno dell'area in esame, nonché delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto.	
				X		Rilievi approfonditi al fine di individuare i livelli che presentano scadenti caratteristiche geologico-tecniche, inadeguati ai sovraccarichi applicati e potenzialmente soggetti al verificarsi di cedimenti assoluti e differenziali, con conseguente diminuzione della stabilità delle opere realizzate in superficie.	
					X	In queste aree, che ricadono all'interno della <u>Fascia C</u> del P.A.I., per la mitigazione del rischio idrogeologico dovranno essere adottati opportuni accorgimenti.	
						X	Nelle aree ricadenti all'interno della <u>Fascia A</u> e della <u>Fascia B</u> del P.A.I., all'esterno del centro edificato di Spinadesco, si applicano le N.T.A. del P.A.I relative alla <u>Fascia A</u> del P.A.I.
	X	X	X		X		Aree appartenenti allo scenario PSL Z4a: la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi non è necessaria in fase di progettazione l'applicazione del 3° livello di approfondimento, fermo restando l'obbligo delle disposizioni previste per ciascuna classe di fattibilità geologica.
			X	X	X		Aree appartenenti allo scenario PSL Z2; al loro interno, solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, di cui al D.d.u.o. 19904/2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche ad altre categorie di edifici, è obbligatoria in fase di progettazione l'applicazione del 3° livello di approfondimento, di cui alla d.g.r. 7374/2008.
	X	X	X	X	X		In riferimento agli edifici ed alle opere strategiche e rilevanti di nuova previsione, è obbligatoria l'analisi della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche, nel rispetto delle disposizioni del D.M. 14-01-08. In riferimento a tutte le altre tipologie di opere, sarà compito del tecnico incaricato, a sua discrezione e sotto la propria responsabilità, valutare la possibilità di un'analisi della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche qualora la litologia rilevata attraverso le indagini realizzate sia potenzialmente suscettibile al fenomeno.

11– CLIMATOLOGIA

11.1 – PREMESSA

La climatologia dell'area di indagine si inquadra nell'ambito del più ampio settore definito dalla Pianura Padana; quest'ultima rappresenta, con le proprie caratteristiche generali, il contenitore di riferimento cui fanno capo le principali linee di tendenza.

Per quanto concerne le statistiche meteorologiche, il territorio padano viene ripartito nei bacini imbriferi principali, a loro volta comprendenti integralmente quelli di più corsi d'acqua suddivisi in bacini secondari che rappresentano le aree di naturale raccolta e deflusso delle precipitazioni.

L'area in questione rientra nel vasto bacino imbrifero "Padano-Atesino", ed entro quest'ultimo in quello secondario "sinistra medio Po", cui viene attribuito un regime mediterraneo caratterizzato da estati calde e siccitose con primavere instabili e particolari caratteristiche dinamiche che determinano frequenti precipitazioni interrotte da schiarite improvvise e mutevoli cambiamenti nella direzione dei venti. Le temperature estive si presentano costantemente elevate, ad accentuata umidità, pur alternando periodi di vento e siccità.

Le più accentuate perturbazioni stagionali si verificano nel periodo autunnale, presentando talora notevole violenza e prolungandosi spesso anche nel periodo invernale; si tratta del periodo delle maggiori perturbazioni cicloniche che introducono una accentuata variabilità dei venti e delle fenomenologie derivanti, quali le persistenti nebbie intervallate da giorni sereni e limpidi cui si possono associare brinate, gelate e, talora, precipitazioni nevose.

Durante l'inverno, i venti provengono generalmente dalle direzioni nord-occidentali, subendo un rallentamento sulla Pianura Padana determinato dall'azione di contrasto dell'anticiclone orientale: l'aria continentale è quindi particolarmente fredda, l'umidità accentuata, con temperature talora rigide e piogge scarse; sono frequenti le nebbie, le brinate, le gelate.

Le primavere vedono prevalere circolazioni da sud-ovest in un sistema depressionario che richiama nella pianura masse d'aria umida mediterranea ed atlantica che determinano abbondanti precipitazioni.

L'estate è dominata dalle alte pressioni o da quelle livellate; esse riducono sulla pianura la circolazione delle masse d'aria e ne favoriscono il prevalente ristagno e riscaldamento con la sola eccezione di infiltrazioni di aria fresca di provenienza alpina che determinano la possibilità, prevalentemente a scala locale, di manifestazioni a carattere temporalesco anche violente.

In autunno l'area è soggetta alla circolazione atmosferica, perlopiù proveniente dai quadranti occidentali, derivante dalla ricorrente depressione mediterranea che produce l'ingresso di aria umida con andamento ovest-est con produzione di precipitazioni generalmente abbondanti.

Con particolare riferimento al territorio cremonese, l'analisi dei dati relativa ai principali elementi climatici, quali temperatura ed entità delle precipitazioni, viene qui riferita ai dati termo-pluviometrici della stazione di riferimento di Cremona, posta a 45 m. s.l.m., della quale sono risultate reperibili le rilevazioni mensili del periodo compreso fra il 1961 ed il 1990.

Risultano registrate, in corrispondenza di tale stazione, oltre alle precipitazioni, le temperature massime e minime.

11.2 REGIME TERMICO E PLUVIOMETRICO DELL'AREA CREMONESE

Sulla base dei dati relativi alle temperature ed alle precipitazioni reperiti, è stato possibile fornire le tabelle ed elaborare i grafici di seguito indicati:

All. 1: Tabella A: Media delle temperature (°C) e delle precipitazioni mensili (mm.) registrate alla stazione di Cremona nel periodo 1961-1990

All. 2: Tabella B: Precipitazioni totali annue (mm.) registrate alla stazione di Cremona nel periodo 1961-1990

All. 3: Grafico A: Precipitazioni medie mensili (mm.) registrate a Cremona nel periodo 1961-1990

All. 4: Grafico B: Precipitazioni totali annue (mm.) registrate a Cremona nel periodo 1961-1990

- All. 5: Grafico C: Regime termico medio (°C) alla stazione di Cremona nel periodo 1961-1990
- All. 6: Tabella C: Temperature medie e massime/minime assolute registrate a Cremona nel periodo 1974-1993
- All. 7: Grafico D: Temperature medie annue registrate a Cremona nel periodo 1974-1993
- All. 8: Grafico E: Diagramma dei venti al suolo a Cremona riferito alle medie del quinquennio 1968-1972
- All. 9: Grafico F: Diagramma dei venti per direzione di provenienza e velocità giornaliera media, nell'anno 1998, riferita alla media dei valori negli aeroporti di Piacenza – S. Damiano, Bergamo – Orio al Serio, Brescia – Ghedi, Milano – Linate.
- All. 9bis: Grafico G: Diagramma dei venti per direzione di provenienza e frequenza giornaliera media, nell'anno 1998, riferita alla media dei valori negli aeroporti di Piacenza – S. Damiano, Bergamo – Orio al Serio, Brescia – Ghedi, Milano – Linate.
- All. 10: Tabella D: Altri fenomeni meteorologici (neve – rovesci – temporali – grandine – brina – rugiada – nebbia) registrati nel corso del 1982 negli aeroporti di: 1) Piacenza – S. Damiano, 2) Bergamo – Orio al Serio, 3) Brescia – Ghedi, 4) Milano – Linate.
- All. 11: Tabella E: Tabella della frequenza di alcuni fenomeni meteorologici, nell'anno 1998, riferiti agli aeroporti di Piacenza – S. Damiano, Bergamo – Orio al Serio, Brescia – Ghedi, Milano – Linate.

11.3 REGIME PLUVIOMETRICO

Dall'analisi dei valori medi mensili delle precipitazioni registrati alla stazione di Cremona nel trentennio 1961-1990, si rilevano valori piuttosto omogenei nei primi mesi dell'anno, con un graduale aumento delle quantità di pioggia nella stagione primaverile, ove si raggiunge un primo massimo relativo in aprile-maggio seguito dal minimo relativo di luglio e da una ulteriore marcata crescita dei valori ad agosto, quest'ultima dovuta ai frequenti eventi

temporaleschi che possono prolungarsi anche a settembre. I primi mesi dell'autunno sono caratterizzati dalle più elevate precipitazioni, con il massimo assoluto ad ottobre e abbondanti precipitazioni a novembre.

Nel lungo periodo considerato, il regime delle precipitazioni medie mensili registrate conferma le considerazioni generali espresse in premessa.

Risulta inoltre significativa la notazione che il valore delle precipitazioni medie massime registrate nel periodo autunnale risulta pressoché doppio rispetto a quello dei periodi più siccitosi, che si rilevano nel periodo di febbraio e di luglio (All. 1 – 3).

In ordine alle precipitazioni totali annue del trentennio considerato (All. 2-4), risulta che i valori registrati alla stazione di Cremona sono decisamente variabili, passando da un minimo di 568 mm. nel 1967 ad un massimo di 1.137 mm. nel 1963; il valore medio del trentennio è di 774,4 mm..

11.4 REGIME TERMICO

Facendo riferimento ai dati riportati nella cartografia relativa al periodo 1926-1955, estesa a tutto il bacino del fiume Po (Ministero dei Lavori Pubblici, 1996), il settore settentrionale della provincia di Cremona risulta interessato dalla isoterma media annua di 13°C; quella del mese più caldo, luglio, è di circa 24°C e quella del mese più freddo, gennaio, è compresa fra 0° e 2°C.

Attraverso i dati disponibili della stazione di rilevamento di Cremona per il periodo 1961-90, di cui sono state riportate all'All. 1, Tabella A, le temperature medie mensili, è stato costruito il grafico di cui all'All. 5, che evidenzia il regime termico annuo medio. Si confermano così, anche in sede locale e per il trentennio successivo, quelli più generali già citati per il trentennio precedente con valori medi delle temperature minime di gennaio di 1,1°C e delle temperature massime medie di luglio pari a 23,9°C; la temperatura media sull'intero periodo dell'anno è di 13,3°C.

A completamento dell'analisi espressa, vengono riportati, all'All. 6 – Tabella C, i valori significativi delle temperature registrate a Cremona nel periodo 1974-1993; vi si rilevano le temperature medie annue e quelle massime e minime assolute.

All'All. 7, Grafico D, si evidenzia l'andamento delle temperature medie annue del ventennio considerato. Gli scostamenti più significativi, rispetto al valore medio del ventennio, di 13,2°C, sono quello relativo al 1981 (di 15°C) e quello del 1985 (di 12,1°C).

11.5 CARATTERISTICHE ANEMOMETRICHE

In assenza di dati rilevati in sede locale, vengono forniti i principali elementi relativi alla stazione di Cremona (All. 8 – Grafico E); questi sono riferiti ai valori registrati in un periodo piuttosto breve e lontano nel tempo; si tratta infatti dei valori del vento al suolo riferiti alla media del quinquennio 1968-1972, espressa attraverso la frequenza percentuale dei giorni di vento provenienti dalle direzioni indicate.

I valori più elevati della frequenza sono attribuiti a venti orientali e occidentali con prevalenza dei primi; le percentuali danno il 23% per i venti provenienti da est ed il 18% per quelli da ovest. Le calme sono rappresentate dal 18%, in larga misura attribuibili alle stagioni estiva e invernale.

L'intensità del vento è generalmente bassa, con valori che raramente raggiungono i 16 Km/h e solo sporadicamente superano i 35 Km/h. Le punte massime delle raffiche di vento sono comunque contenute al di sotto dei 100 Km/h e sono attribuite ai venti di NE e SE.

Negli Allegati n°9 e n°9bis (Grafico F e G), sono riportati, invece, gli schemi relativi ai valori ottenuti nell'anno 1998 dalla media dei dati forniti dagli aeroporti di Piacenza – S. Damiano, Bergamo – Orio al Serio, Brescia – Ghedi, Milano – Linate.

I massimi valori di frequenza, in questo caso, si ottengono con i venti provenienti da O (14,5%) e da E (12%); le calme risultano avere valori medi pari al 26%. I più alti dati di velocità si hanno, invece, con i venti di provenienza da NO, con valori di 2,4 m/sec (8,6 Km/h), e da E e SE, con valori di 2,3 m/sec (8,3 Km/h).

11.6 ALTRI FENOMENI METEOROLOGICI

Vengono fornite all'All. 10 (Tabella D) ed in All. 11 (Tabella E) le indicazioni relative ai fenomeni meteorologici di altra natura, quali neve, rovesci, temporali, grandine, brina, rugiada e nebbia, rilevati, in mancanza di dati registrati localmente, nei principali aeroporti delle località prossime a quella in esame.

I valori riportati in tabella sono espressi nell'“Annuario di statistiche meteorologiche” (Vol. XXIII ed. 1983 e Vol. XXVIII ed. 2000) ed indicano la frequenza in giorni dei fenomeni verificatisi nel corso del 1982 e del 1998 negli aeroporti di Piacenza – S. Damiano, Bergamo – Orio al Serio, Brescia – Ghedi, Milano – Linate.

Bibliografia

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

E.R.S.A.L. (1985) – “*Censimento delle strutture di rilevamento meteorologico in Lombardia*”, Milano

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO IDROGRAFICO (1966) – “*Carta delle temperature medie annue vere in Italia: trentennio 1926-1955*”, Roma

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO IDROGRAFICO (1959) – “*Precipitazioni medie mensili annue e numero di giorni piovosi per il trentennio 1921-1959: bacino del Po*”, Pubbl. n°24/142, Roma.

Istituto Centrale di Statistica (1985) – “*Annuario di statistiche meteorologiche, vol. XXIII*”, ed. 1983, Roma.

Istituto Centrale di Statistica (2000) – “*Annuario di statistiche meteorologiche, vol. XXVIII*”, ed. 2000, Roma.

OTTONE C., ROSSETTI R. (1980) – “*Condizioni termopluviometriche delle Lombardia*”, Atti Ist. Geologia Univ. Pavia, vol XXIX, Pavia.

PROVINCIA DI CREMONA (1996) – “*Contributo allo studio delle acque della Provincia di Cremona*”, a cura di B. Loffi

Cremona, gennaio 2011

Dott. Geol. Giuseppe Malerba

All. 1-11

TABELLE E GRAFICI

ALLEGATO 1

TABELLA A

MEDIA DELLE TEMPERATURE (°C) E DELLE PRECIPITAZIONI (mm.) MENSILI REGISTRATE ALLA
STAZIONE DI CREMONA NEL PERIODO 1961-1990

	Temperatura °C	Precipitazioni (mm.)
G	1,1	62,5
F	4,7	56
M	8,9	69
A	12,8	72
M	17,8	72
G	20,3	69
L	23,9	53
A	23,6	75
S	20,3	59
O	14,5	97
N	7,8	87,5
D	3,4	62,5

13,26

Media annua

ALLEGATO 2

TABELLA B

PRECIPITAZIONI TOTALI ANNUE (mm) REGISTRATE ALLA STAZIONE DI CREMONA NEL PERIODO 1961-1990

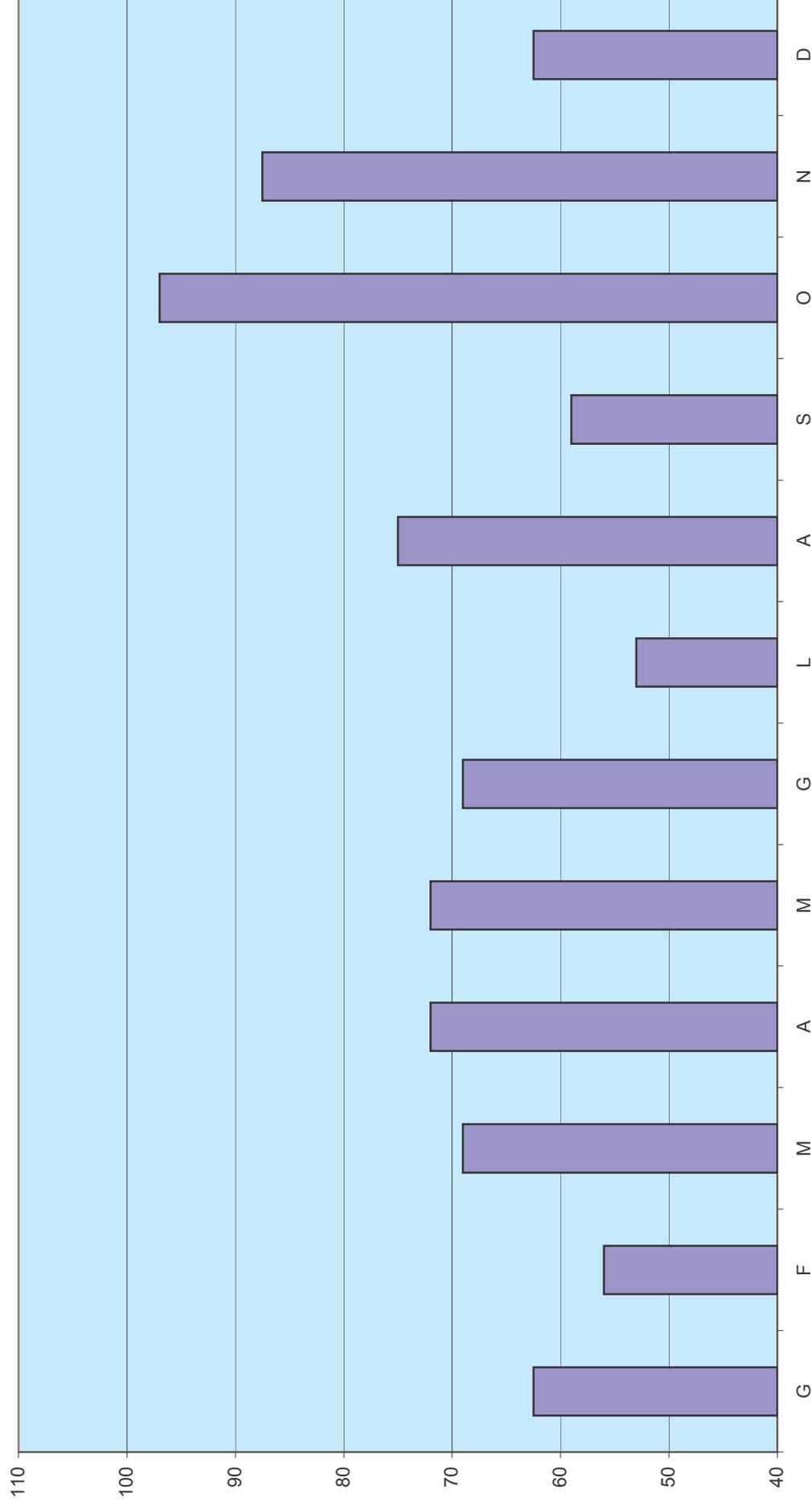
Anno	mm.
1961	705
1962	737
1963	1.137
1964	1.116
1965	884
1966	947
1967	568
1968	926
1969	737
1970	737
1971	631
1972	1.063
1973	779
1974	737
1975	968
1976	1.021
1977	884
1978	905
1979	979
1980	779
1981	684
1982	695
1983	442
1984	842
1985	821
1986	631
1987	653
1988	684
1989	579
1990	810

Media tot. = mm. 774,4

ALLEGATO 3

GRAFICO A

Precipitazioni medie mensili (mm.) registrate a Cremona nel periodo 1961-1990



dr. geol. Giuseppe Malerba

ALLEGATO 4

GRAFICO B

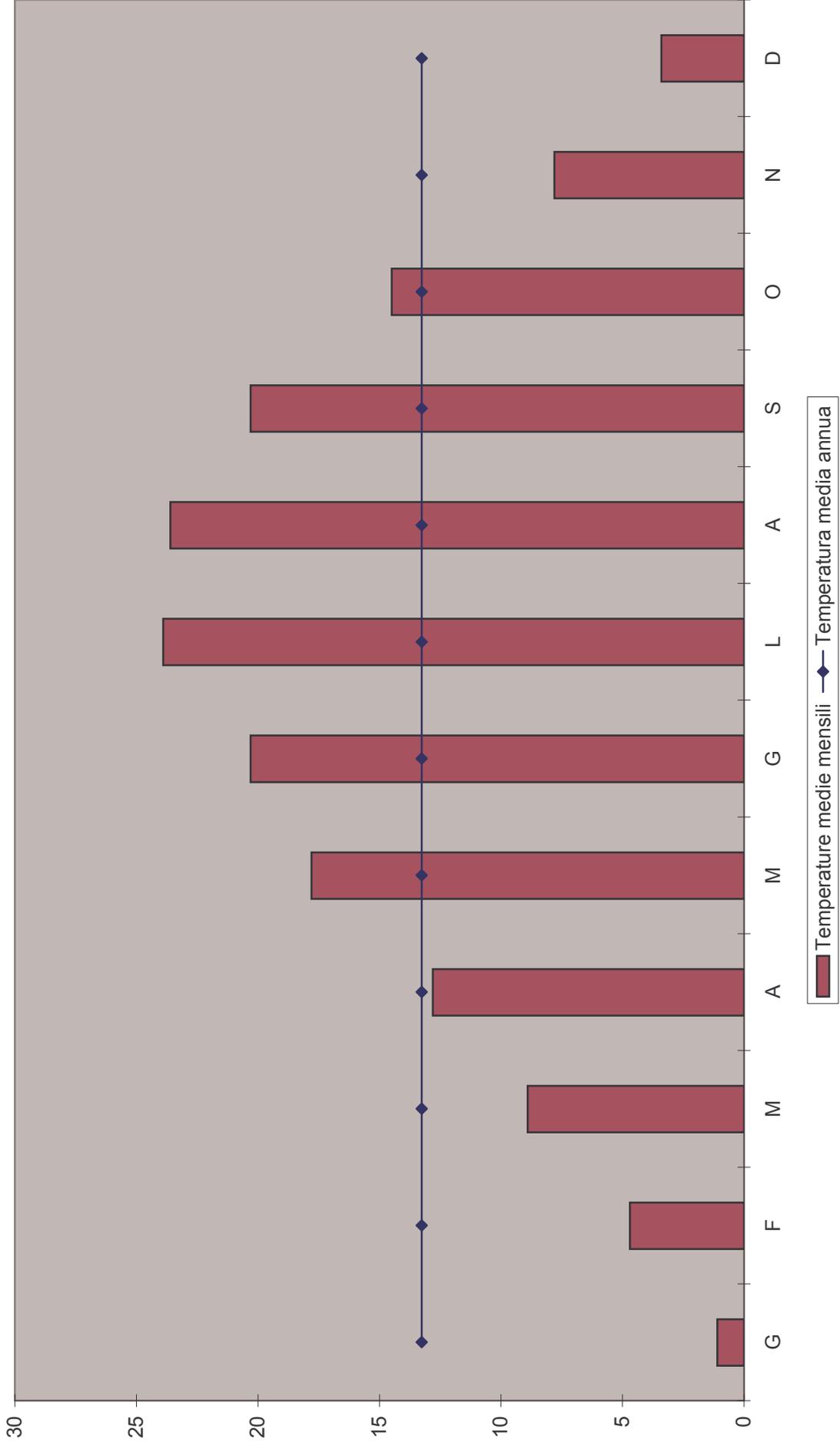
Precipitazioni totali annue (mm.) registrate a Cremona nel periodo 1961-1990



ALLEGATO 5

GRAFICO C

Regime termico medio (°C) alla stazione di Cremona nel periodo 1961-1990



dr. geol. Giuseppe Malerba

ALLEGATO 6

TABELLA C

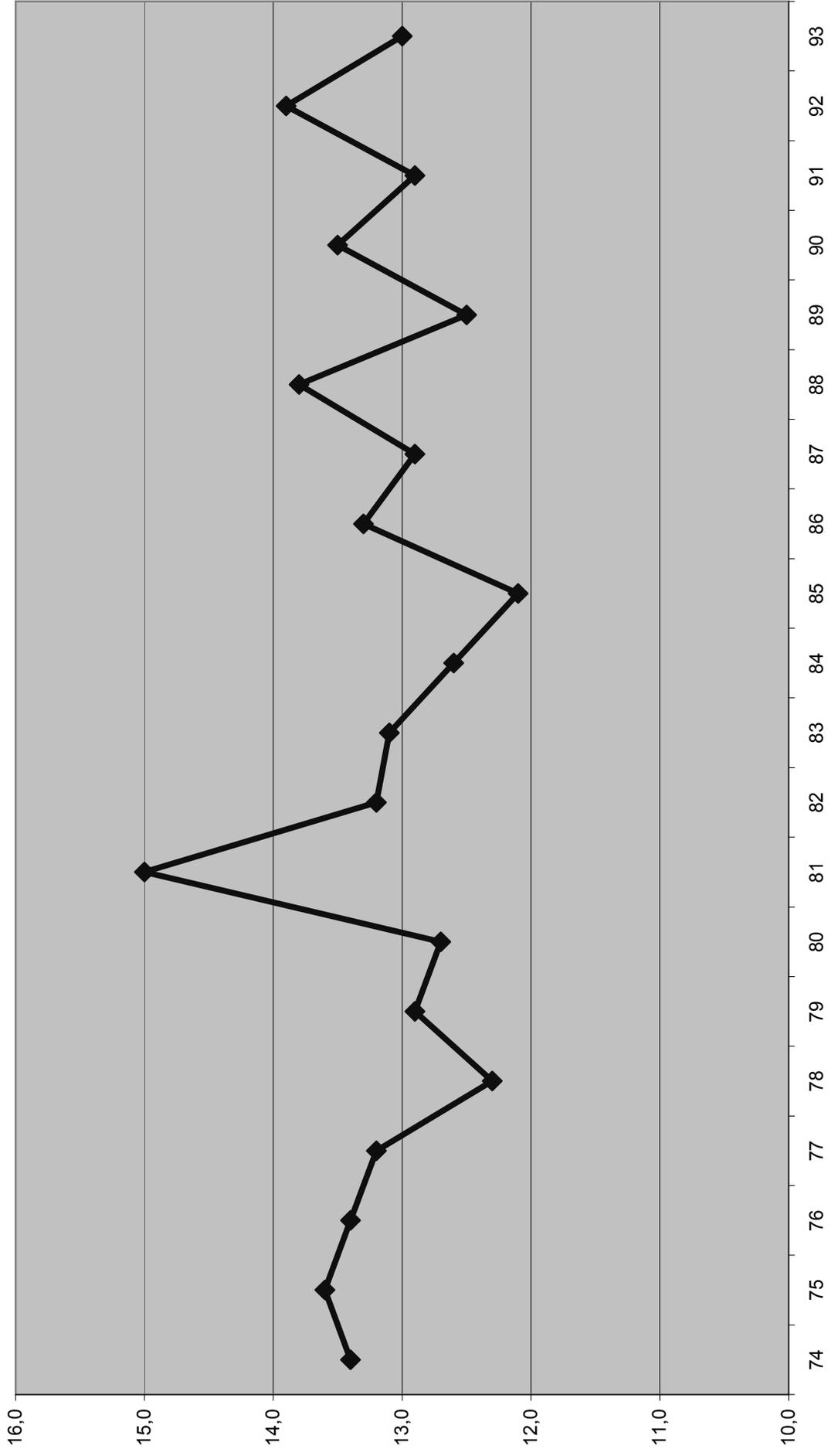
**TEMPERATURE MEDIE E MASSIME/MINIME ASSOLUTE
REGISTRATE A CREMONA NEL PERIODO 1974-1993**

Anno	Temperature medie	Temperature assolute	
	medie	massime	minime
1974	13° .4	33° .8	-4° .5
1975	13° .6	33° .8	-3° .4
1976	13° .4	33° .4	-5°
1977	13° .2	32° .4	-8° .4
1978	12° .3	32°	-4° .5
1979	12° .9	32° .4	-8°
1980	12° .7	33° .4	-10°
1981	15°	33° .5	-7° .8
1982	13° .2	34° .5	-4
1983	13° .1	33°	-4° .5
1984	12° .6	30° .8	-5°
1985	12° .1	32° .5	-16°
1986	13° .3	31° .5	-6° .5
1987	12° .9	33°	-11°
1988	13° .8	33° .6	-5°
1989	12° .5	32°	-4°
1990	13° .5	32° .5	-5°
1991	12° .9	32°	-11°
1992	13° .8	33° .2	-4° .5
1993	13°	32° .5	-6°
Media	13° .2	32° .8	-6° .7

ALLEGATO 7

GRAFICO D

Temperature medie annue registrate a Cremona nel periodo 1974-1993

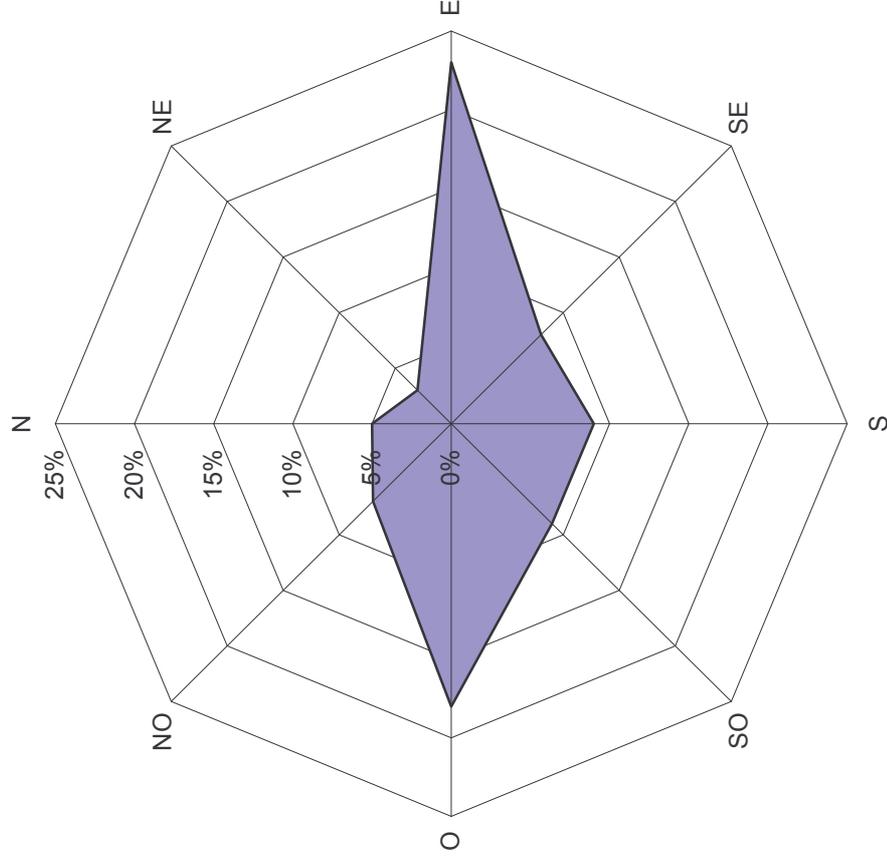


dr. geol. Giuseppe Malerba

ALLEGATO 8

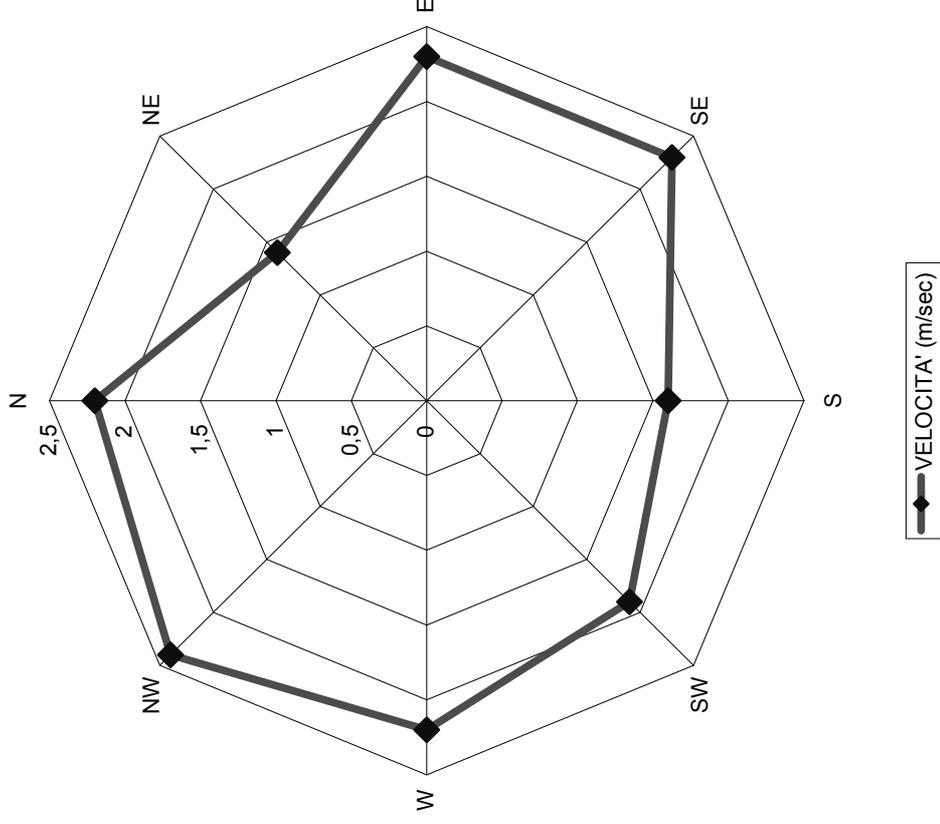
GRAFICO E

Diagramma dei venti al suolo a Cremona riferito alle medie del quinquennio 68/72 (frequenza percentuale dei giorni di vento - calme = 18%)



ALLEGATO 9 - GRAFICO F

DIAGRAMMA DEI VENTI PER DIREZIONE DI PROVENIENZA E VELOCITA' GIORNALIERA MEDIA NELL'ANNO 1998 RIFERITA ALLA MEDIA DEI VALORI NEGLI AEROPORTI DI PC - S. DAMIANO, BG - ORIO AL SERIO, BS - GHEDI, MI - LINATE

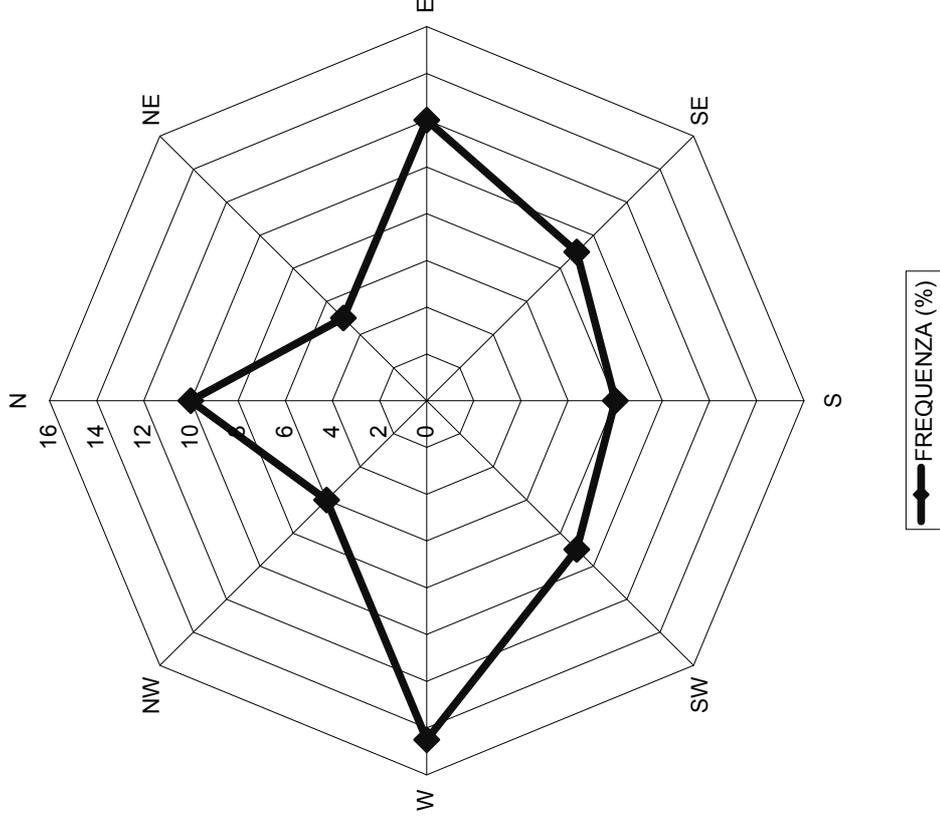


dr. geol. Giuseppe Malerba

ALL. 9bis - GRAFICO G

DIAGRAMMA DEI VENTI PER DIREZIONE DI PROVENIENZA E FREQUENZA GIORN. MEDIA (1998) RIFERITA ALLA MEDIA DEI VALORI NEGLI AEROPORTI DI PC - S. DAMIANO, BG - ORIO AL SERIO, BS - GHEDI, MI - LINATE

CALME: 26%



ALLEGATO 10

TABELLA D

ALTRI FENOMENI METEOROLOGICI (FREQUENZA IN GIORNI)

	(1)	(2)	(3)	(4)	MEDIA
Neve	10	10	5	12	9
Roveschi	4	5	1	1	3
Temporalì	32	44	33	34	36
Grandine	---	3	2	3	2
Brina	35	33	55	42	41
Rugiada	143	(n.r.)	163	126	144
Nebbia	87	68	93	92	85

- 1) Piacenza S. Damiano,
- 2) Bergamo Orio al Serio,
- 3) Brescia Ghedi,
- 4) Milano Linate.

ALLEGATO 11

TABELLA E

TABELLA DELLA FREQUENZA DI ALCUNI FENOMENI METEOROLOGICI (1988), RIFERITI AGLI AEROPORTI DI PC-S.DAMIANO,
BG-ORIO AL SERIO, BS-GHEDI, MI-LINATE

STAZIONI	TEMPORALE (gg)	NEVE (gg)	NEBBIA (gg)
PIACENZA - S. DAMIANO	18	5	36
BERGAMO-ORIO AL SERIO	11	1	27
BRESCIA-GHEDI	30	1	57
MILANO-LINATE	15	3	63
MEDIA	18,5	2,5	45,75

Allegati

- **Confronto tra scarpate morfologiche rilevate e scarpate morfologiche riportate nel P.T.C.P.**
- **Dichiarazione Sostitutiva dell'Atto di Notorietà**

CONFRONTO TRA SCARPATE MORFOLOGICHE RILEVATE E SCARPATE MORFOLOGICHE RIPORTATE NEL P.T.C.P.

Il confronto tra le scarpate morfologiche rappresentate all'interno della cartografia del P.T.C.P. e quelle effettivamente rilevate sul territorio, ha portato ad evidenziare alcune sostanziali difformità, che hanno reso necessario un opportuno approfondimento.

All'interno della cartografia del presente studio, ed in particolare nella Tav. 2 “*Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie*”, è stato rappresentato l'andamento reale delle scarpate morfologiche in corrispondenza di due aree, localizzate in corrispondenza del confine occidentale del territorio comunale di Spinadesco: la zona che si estende a sud della località Baracchino e la zona a NO di C.na Caselli e del Canale Navigabile.

L'area posta a sud della località Baracchino, di proprietà della Ditta Casitalia Prefabbricati, è delimitata da una scarpata morfologica naturale, progressivamente obliterata dalla realizzazione di un terrapieno, realizzato con materiale di riporto proveniente dalla Ditta stessa, che attualmente rappresenta un prosecuzione della rimanente porzione dell'area di proprietà della Ditta, sulla quale sono impostati uffici e capannoni industriali.

L'orlo della scarpata morfologica naturale che interessa la zona meridionale dell'area in esame, che all'interno della cartografia del P.T.C.P. è raffigurata con l'andamento riportato nella fig. 2 allegata alla presente nota, allo stato attuale presenta una interruzione in corrispondenza del terrapieno menzionato, come rappresentato in fig. 1, stralcio della Tav.2 “*Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie*”, che si ritiene essere la corretta rappresentazione dell'orlo di scarpata morfologica, soggetto al relativo regime di tutela del P.T.C.P.

Per quanto riguarda l'area posta a NO di C.na Caselli, una recente escavazione, attualmente conclusa, ha modificato l'assetto della zona, attualmente ribassata di circa 3,00 m rispetto alla quota originaria, e lo sviluppo di parte della scarpata morfologica naturale riportata nel P.T.C.P. (fig. 4); la rappresentazione della scarpata morfologica

artificiale proposta nel presente studio è quella riprodotta in fig. 3, stralcio della Tav.2 *“Carta geologica, geomorfologica e litologica di superficie”*.

Come riportato all'interno dell'art. 16.4 della vigente Variante al P.T.C.P., *«Nel caso in cui venga accertata un'oggettiva difformità tra l'assetto del territorio e le scarpate morfologiche indicate nella Carta delle tutele e delle salvaguardie, gli Enti Locali, sulla base di valutazioni di maggior dettaglio degli elementi morfologici presenti sul loro territorio (es. componente geologica del PGT), possono provvedere alla corretta trasposizione dell'andamento delle scarpate, **attraverso la proposta di una modifica non sostanziale cartografica al PTCP** di cui all'art. 34 comma 1»*.

Si riportano di seguito gli stralci cartografici in cui vengono rappresentati gli andamenti delle scarpate morfologiche rilevati nel presente studio, corrispondenti alla situazione reale, e quelli rappresentati all'interno delle cartografie del P.T.C.P., nonché la documentazione fotografica comprovante la conformità tra la rappresentazione cartografica realizzata e l'attuale assetto territoriale.

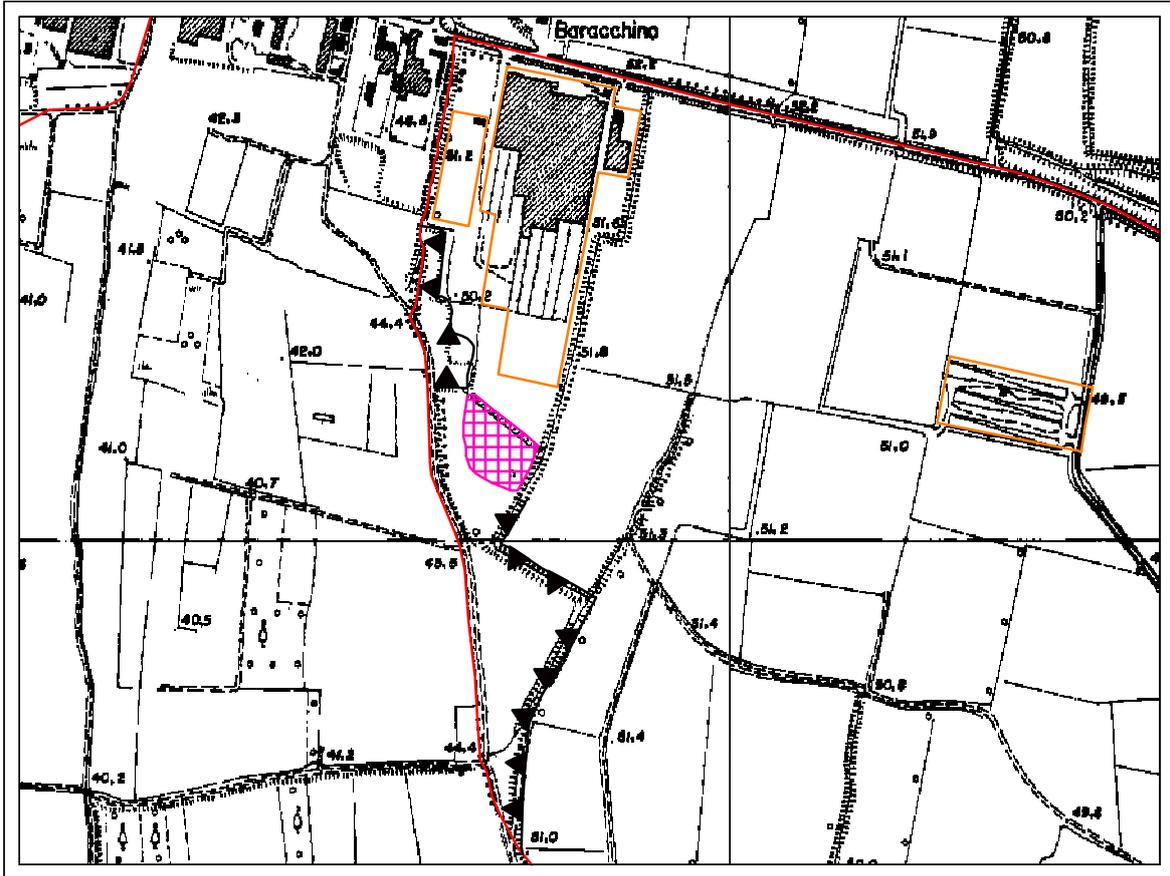


Fig. 1 - Orlo di scarpata morfologica naturale rilevato

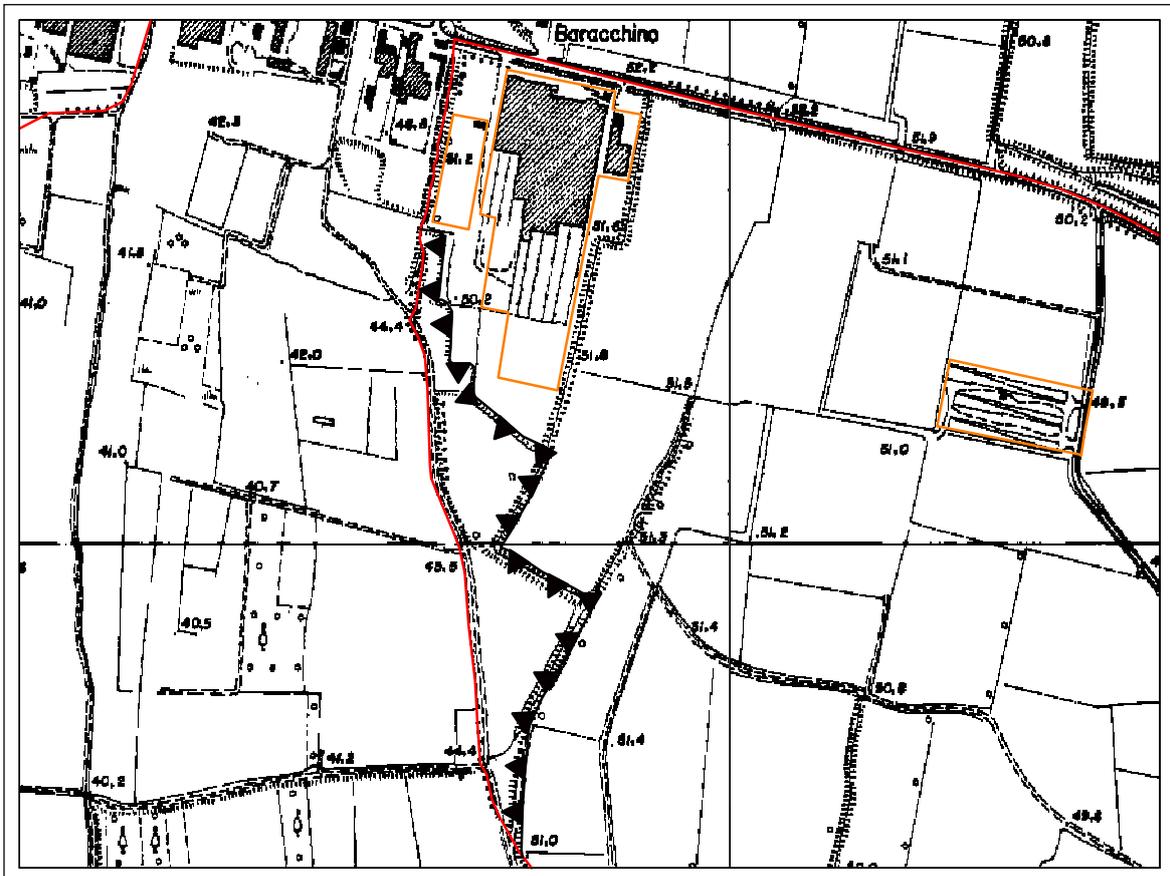


Fig. 2 - Orlo di scarpata morfologica naturale riportato nel P.T.C.P.

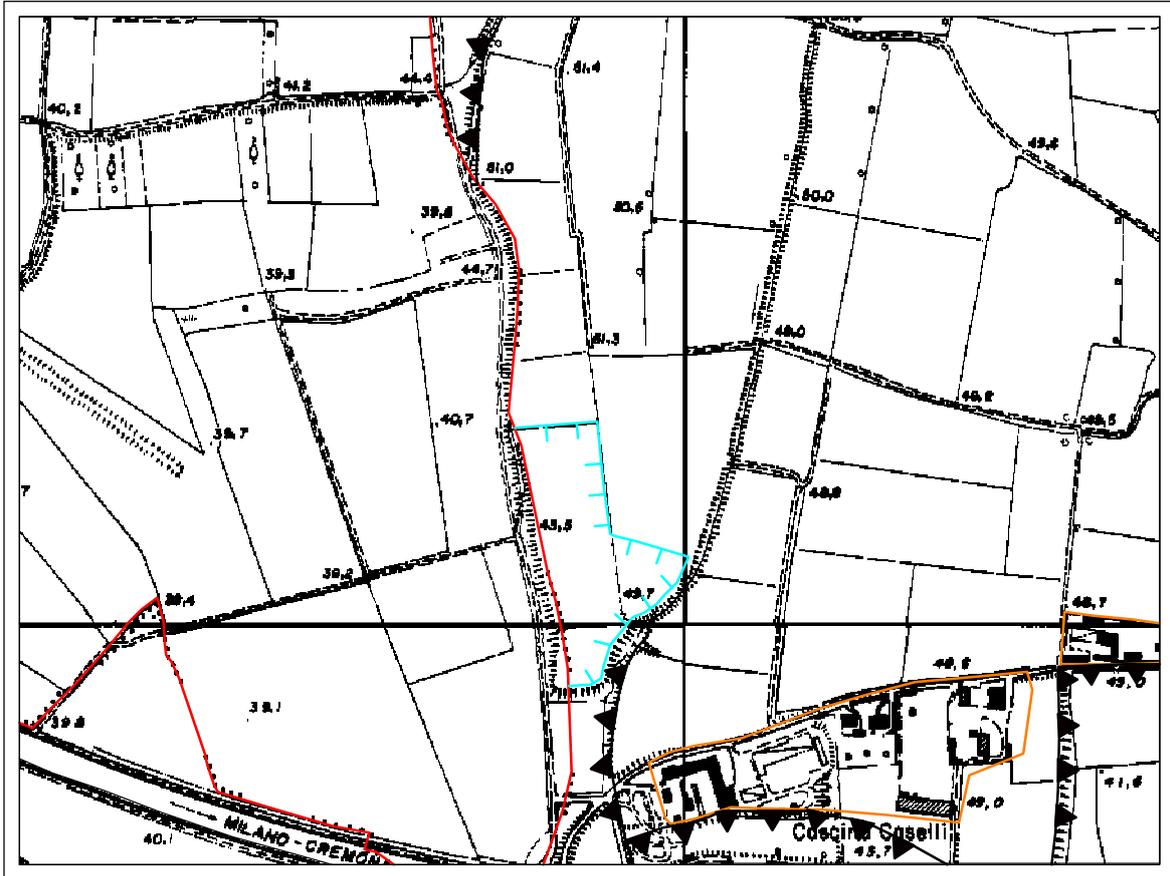


Fig. 3 - Orlo di scarpata morfologica artificiale rilevato (area di cava dismessa)

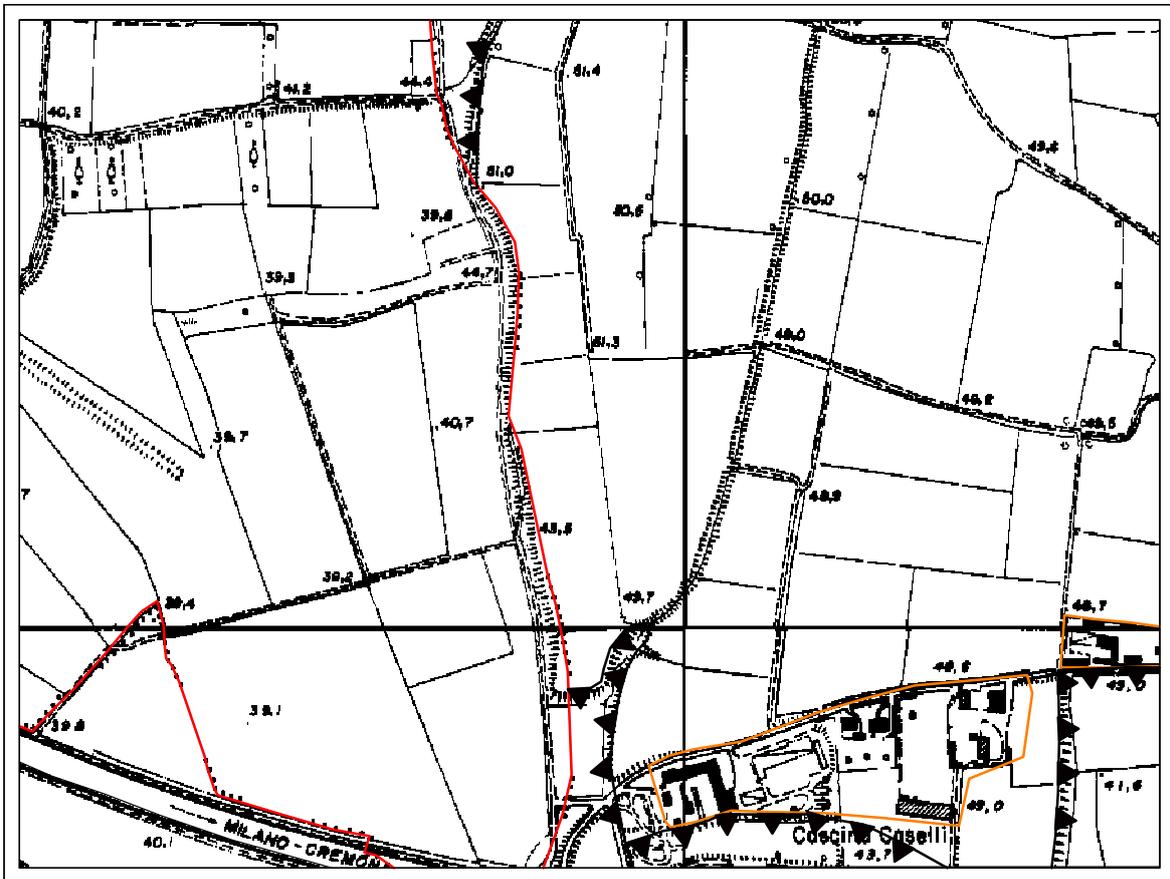


Fig. 4 - Orlo di scarpata morfologica naturale riportato nel P.T.C.P.

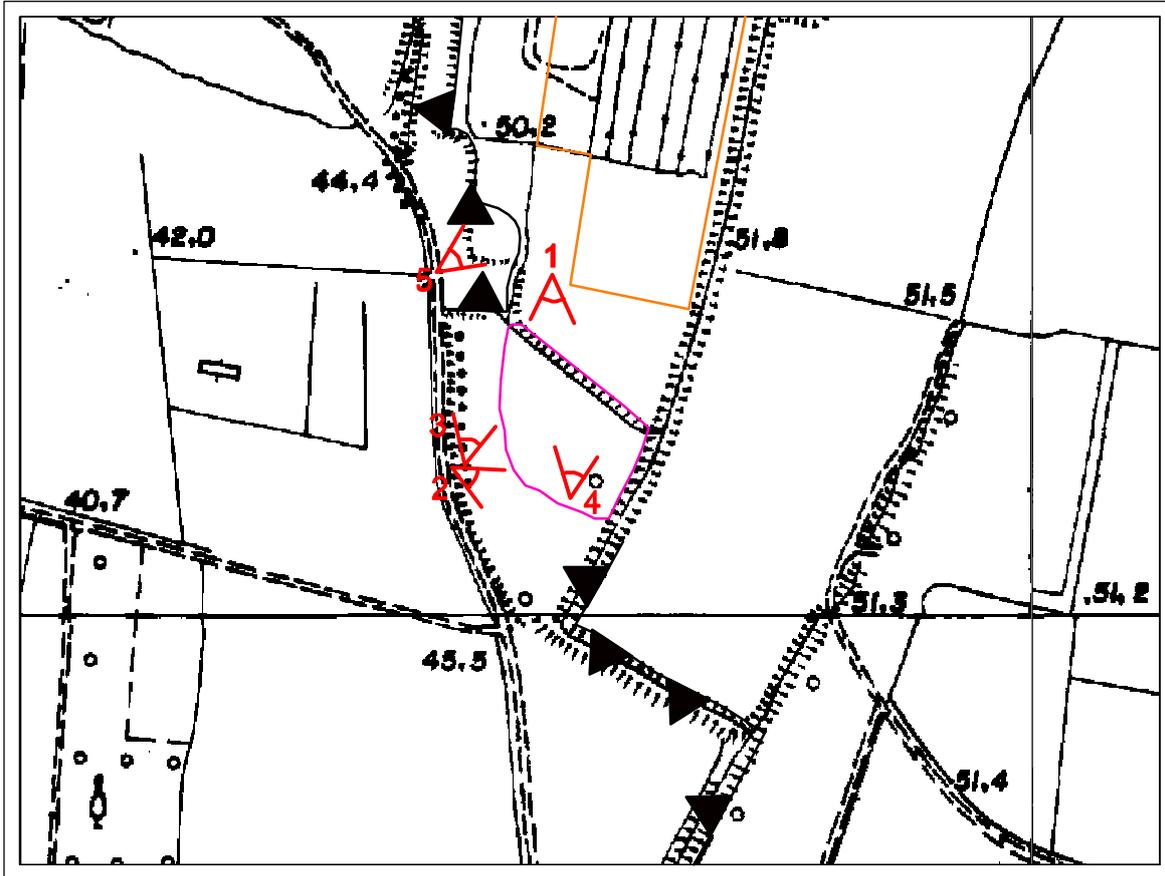


Fig. 5 - Localizzazione riprese fotografiche in aree di proprietà Casitalia Prefabbricati

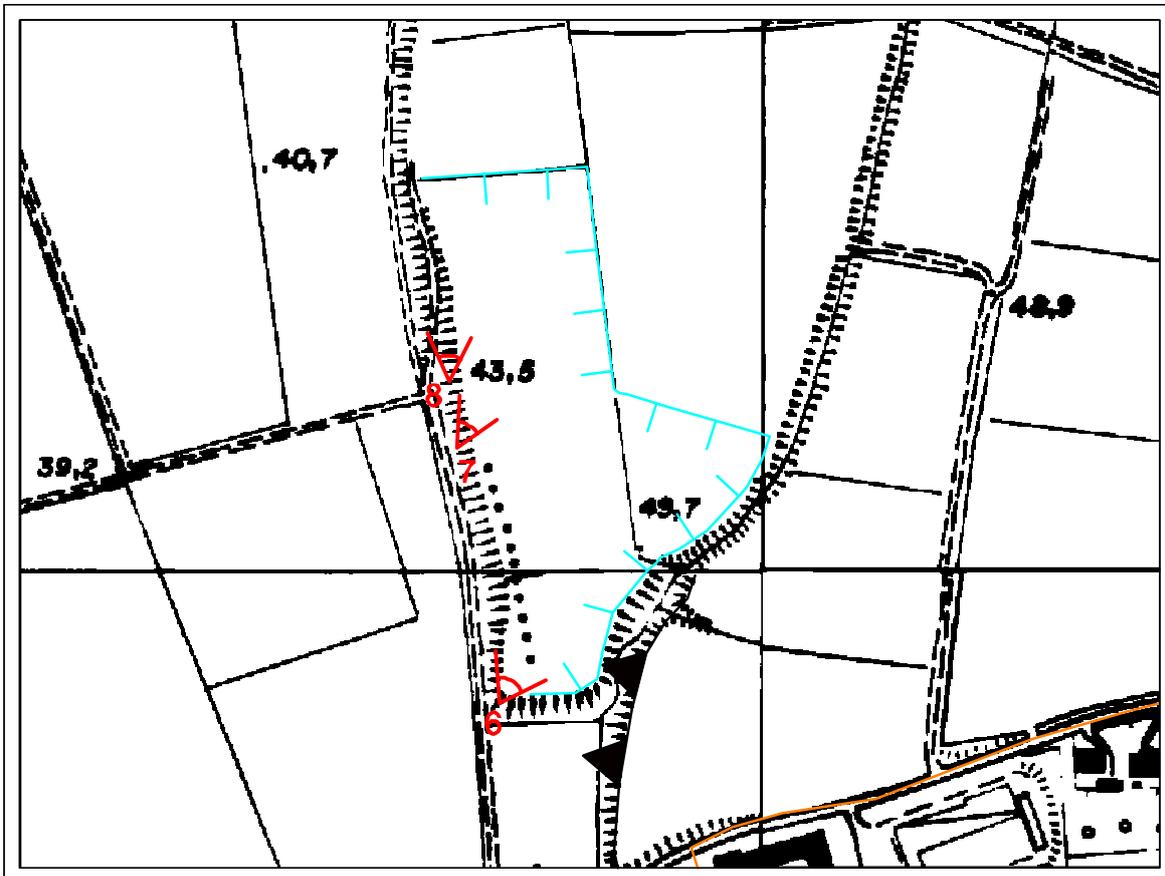


Fig. 6 - Localizzazione riprese fotografiche presso l'area di cava dismessa



Ripresa fotografica n. 1



Ripresa fotografica n. 2



Ripresa fotografica n. 3



Ripresa fotografica n. 4



Ripresa fotografica n. 5



Ripresa fotografica n. 6



Ripresa fotografica n. 7



Ripresa fotografica n. 8

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il/la sottoscritto/i.....**Dott. Geol. Giuseppe Malerba**.....
nata/o a**Colico (LC)**.....il.....**11 / 08 / 1946**.....
residente a.....**Castelverde (CR)**.....in via**S. Pedrengo**.....n**21**.....
con studio professionale in**Cremona (CR)**.....via.....**Corso Garibaldi**.....n.....**95**.....
iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione.....**Lombardia**..... n.....**253**.....
incaricato/i dal Comune di**Spinadesco**.....(prov. ...**CR**...) con Det./Del. n..... del.....:

di redigere uno studio completo, denominato *“Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto alla redazione del P.G.T. di Spinadesco”*, datato gennaio 2011, relativo alla componente geologica del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.), ai sensi della L.R. 11-03-2005 n° 12 *“Legge per il governo del territorio”*, della D.G.R. 22-12-2005 n° 8/1566 *“Criteri ed indirizzi per la redazione 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”* e della D.G.R. 28-05-2008 n° 8/7374 *“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la redazione 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”*

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

- di aver redatto lo studio di cui sopra conformemente alla L.R. 11-03-2005, alla D.G.R. 22-12-2005 n°8/1566 ed alla D.G.R. 28-05-2008 n° 8/7374, affrontando tutte le tematiche e compilando tutti gli elaborati cartografici previsti;
- di aver consultato ed utilizzato come riferimento i dati e gli studi presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale;
- di aver assegnato le classi di fattibilità geologica conformemente a quanto indicato nella Tabella 1 dei citati criteri;

DICHIARA INOLTRE

- che lo studio redatto propone aggiornamenti parziali al mosaico della fattibilità geologica in quanto aggiornamento del precedente studio geologico comunale;

ASSEVERA

- la congruità tra le previsioni urbanistiche del Piano di Governo del Territorio e le classi di fattibilità geologica assegnate considerata la relativa normativa d'uso.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Cremona,

Il Dichiarante

Dott. Geol. Giuseppe Malerba

Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta o inviata insieme alla fotocopia, non autenticata di un documento di identità del dichiarante, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (art. 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'art. 37 D.P.R. 445/2000.