

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO</b>	<b>3</b>
3.1 Eventi pluviometrici intensi ed estremi	6
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE</b>	<b>9</b>
<b>5. RICERCA STORICA E SINTESI BIBLIOGRAFICA</b>	<b>11</b>
5.1 Ricerca Storica	11
5.2 Sintesi Bibliografica	12
<b>6. CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA</b>	<b>14</b>
6.1 Cenni metodologici	14
6.2 Commento alla carta (TAVOLA 1)	14
6.2.1 Caratteri geopedologici	14
6.2.2 Caratteri morfologici	19
<b>7. CARTA DI INQUADRAMENTO GEOIDROLOGICA</b>	<b>24</b>
7.1 Commento alla carta (TAVOLA 2)	25
7.2 Dati tratti dal Programma di Tutela e Uso delle Acque	35
<b>8. CARTA DI CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO E DEL PRIMO SOTTOSUOLO</b>	<b>41</b>
8.1 Commento alla carta (TAVOLA 3)	42
<b>9. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO E CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE</b>	<b>46</b>
9.1 Analisi della sismicità storica	46
9.2 Approfondimento degli aspetti sismici	47
9.3 Primo livello: Carta della pericolosità sismica locale	47
9.4 Secondo livello: Caratterizzazione semiquantitativa	49
<b>10. CARTA DEI VINCOLI</b>	<b>54</b>
10.1 Aree di salvaguardia dei fontanili e delle captazioni ad uso idropotabile	54
10.1.1 Fontanili	54
10.1.2 Captazioni ad uso idropotabile	54
10.2 Fasce di rispetto del reticolo idrico	56
10.2.1 Reticolo idrico principale - Fasce fluviali	56
10.2.2 Reticolo idrico secondario	56
10.3 Altri vincoli relativi alla difesa del suolo	57
<b>11. CARTA DI SINTESI</b>	<b>58</b>
11.1 Commento alla carta	58
11.1.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	58
11.1.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	58
11.1.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	59
11.1.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	59
11.1.5 Interventi di prevenzione in aree in dissesto o con problematiche ambientali.	60
<b>12. CARTA DI FATTIBILITÀ E DELLE AZIONI DI PIANO</b>	<b>61</b>
12.1 Commento alla carta	62
12.1.1 Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni	63
12.1.2 Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni	63
12.1.3 Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni -	64
12.1.4 Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni	65

## 1. PREMESSA

Lo scrivente è stato incaricato dall'Amministrazione Comunale di Boffalora Sopra Ticino di aggiornare lo studio geologico sviluppato negli anni 2002-2004 a supporto del Piano Regolatore vigente, redatto ai sensi della L.R. 41/1997 e della D.G.R. 29-10-2001 n. 7/6645 (BURL 30.11.2001 – 3° Suppl. Straord. al n. 48), in modo da supportare la formazione del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.), ai sensi delle disposizioni della L.R. n. 12 del 11-03-2005 e rendendolo conforme ai contenuti approvati con D.G.R. 22-12-2005 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*", modificati ed aggiornati con successive D.G.R. 28-05-2008 n. 8/7374 e D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003, "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", suddivide il territorio Nazionale in quattro diverse Zone di rischio sismico, definite in base al diverso valore del parametro  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ ), riferito a suoli caratterizzati da  $V_{s30}$  (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità)  $> 800$  m/s, con grado di sismicità decrescente dalla "Zona 1" alla "Zona 4"; il territorio comunale di Boffalora S.T. ricade in Zona 4, in cui l'accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, risulta inferiore a 0,05.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, questa viene regolata dal D.M. 14-01-2008 "*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*".

Le DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616, in aggiornamento alla D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566, forniscono una serie di indirizzi in merito alla metodologia da adottare per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, prevedendo 3 livelli di approfondimento dell'analisi, a seconda della zona sismica di appartenenza: il primo livello, è obbligatorio per tutti i Comuni, il secondo livello, per i territori in zona sismica 4, è obbligatorio solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, mentre il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione, per gli scenari indagati con il secondo livello e caratterizzati da effetti di amplificazione.

In particolare, il primo livello di analisi consiste in un approccio di tipo qualitativo, individuando delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche, sulla raccolta dei dati esistenti e nella redazione di un'apposita cartografia, rappresentata dalla carta geologica con le relative

sezioni, dalla carta geomorfologica e dalla carta della pericolosità sismica locale (PSL), derivata dalle varie carte di base propedeutiche.

Per la redazione del presente studio sono stati quindi approfonditi tutti gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio, secondo le indicazioni fornite dalla normativa sopra citata, strutturando il lavoro in due fasi distinte:

- nella prima sono state raccolte e analizzate tutte le informazioni esistenti, relative agli aspetti del territorio sopra ricordati, presenti presso gli Enti Pubblici (Comune, Provincia, Ente Parco Valle del Ticino, Consorzio Est Ticino-Villoresi), unite a rilevamenti geologici specifici per la caratterizzazione di base del territorio;
- nella seconda fase sono stati definiti gli ambiti omogenei dal punto di vista della pericolosità geomorfologica e del rischio e redatta la carta di fattibilità geologica per le azioni di piano, la quale fornisce indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio e gli interventi necessari alla mitigazione del rischio.

Ogni tematismo analizzato è supportato da una specifica rappresentazione cartografica, illustrante in dettaglio non solo quanto direttamente rilevato sul terreno, ma anche quanto ricavato dalla bibliografia, dall'esame di fotografie aeree e da altre fonti accreditate.

Il presente lavoro è stato dunque impostato, da una parte, sul rilievo geologico, geomorfologico, geoidrologico, geologico-tecnico e sismico generale, su base C.T.R. alla scala 1:10.000, riferito all'intero territorio comunale, e dall'altra sull'analisi e sintesi dettagliata, alla scala 1: 2.000 sulla base fotogrammetrica, sovrapponibile alle cartografie urbanistiche.

Nella stesura del presente lavoro sono, inoltre, state prese in considerazione le norme e le cartografie relative del progetto di Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI).

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

L'area in esame si colloca in sponda idrografica sinistra del Fiume Ticino; questa porzione di territorio è inquadrabile nel settore di media pianura, posto in sinistra idrografica del Fiume Po, con quote medie variabili tra circa 115 e 140 m s.l.m., con una superficie complessiva di circa 7,55 km<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda la cartografia ufficiale, l'area è rappresentata nelle tavolette I.G.M., in scala 1:25.000, 44 II NO "TRECATE" e 44 II NE "MAGENTA" e dalle sezioni in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale della Lombardia n. A6d2 - "Magenta Nord" e n. A6d3 - "Magenta Sud".

## **3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO**

Il territorio comunale di Boffalora S.T. è collocato nella pianura milanese, a Ovest del capoluogo di regione.

Da un punto di vista climatico, questa zona appartiene al cosiddetto "mesoclima padano".

Le condizioni climatiche padane sono sostanzialmente di tipo continentale, con inverni rigidi ed estati calde, elevata umidità specie nelle zone con più ricca idrografia, nebbie frequenti specialmente nel tardo autunno e in inverno, piogge piuttosto limitate (600-1100 mm/anno), relativamente ben distribuite durante tutto l'anno; la ventosità è ridotta e frequenti sono gli episodi temporaleschi estivi.

In inverno l'area padana risulta sovente coperta da uno strato piuttosto spesso d'aria fredda che, in situazioni di scarsa ventilazione, determina la persistenza di formazioni nebbiose che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane; in tale periodo le fasi perturbate sono poco frequenti, anche se, in taluni casi, le masse d'aria umida ed instabile, associate alle perturbazioni, danno luogo a precipitazioni abbondanti, anche nevose.

Il passaggio alla primavera risulta piuttosto brusco e nella stagione primaverile si può assistere ad episodi piovosi di una certa entità che, man mano che la stagione avanza, tendono ad assumere carattere temporalesco.

In estate le temperature elevate, associate all'alta umidità relativa ed alla scarsa ventilazione, danno luogo a prolungati periodi di afa; le precipitazioni estive risultano relativamente frequenti ed a prevalente carattere temporalesco.

In generale si constata che la quantità di pioggia che cade in questa stagione è superiore a quella invernale anche se più irregolarmente distribuita.

In autunno il tempo è caratterizzato dall'ingresso sull'area padana di intense perturbazioni e le piogge che ne derivano sono in genere di rilevante entità.

In complesso dunque la distribuzione annuale delle precipitazioni nell'area a clima padano presenta due massimi: uno principale in autunno (intorno a ottobre-novembre) ed uno

secondario in primavera (intorno a maggio-giugno).

La figura seguente rappresenta il risultato di un'elaborazione condotta dal Servizio Agro-Meteorologico della Regione Lombardia, analizzando i dati pluviometrici di 79 stazioni di misura.

Il territorio in esame presenta valori di precipitazione media annua compresi nell'intervallo 900-1000 mm.

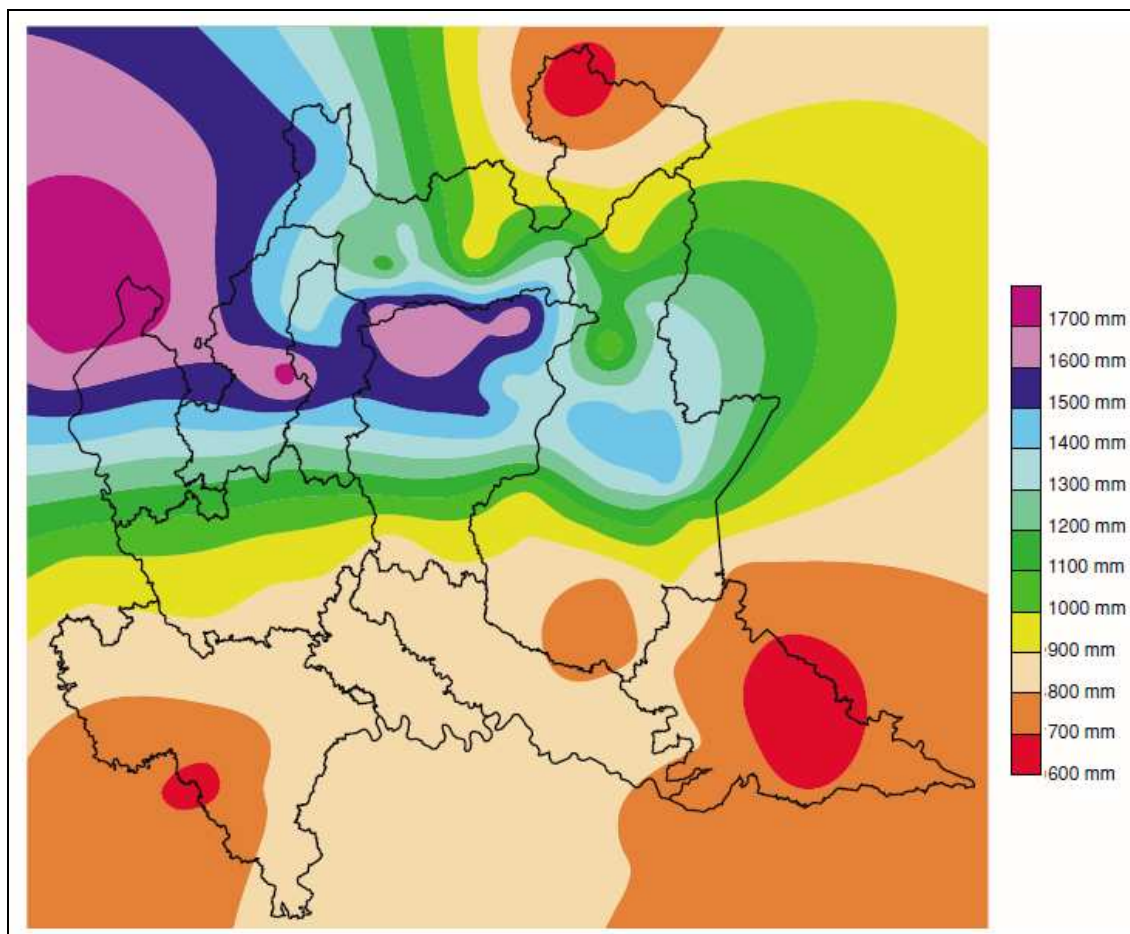


Fig. 3.1 – Precipitazioni medie annue in mm (1950-1986)

Al fine di inquadrare la situazione meteo-climatica dell'area di studio si sono considerati i parametri relativi alla temperatura dell'aria ed alle precipitazioni, di cui sono disponibili i valori numerici, in serie storica, misurati nella stazione idrotermopluviometrica dislocata nel comune di Cerano (provincia di Novara; località Cascina Bagno), posta circa 10 km a Ovest rispetto al territorio di Boffalora S.T.

Tali dati sono desunti dall'Atlante Climatologico della Regione Piemonte; i valori medi annuali sono i seguenti:

precipitazioni = 987 mm/anno;

temperatura = 13°C;

giorni di pioggia = 80.

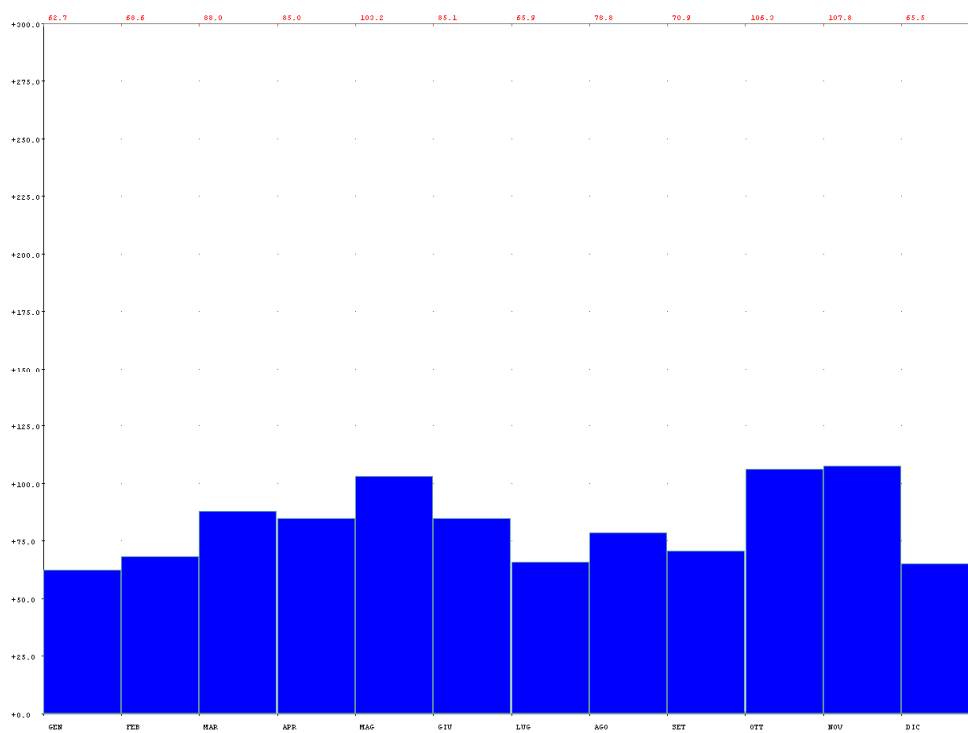


Fig. 3.2 – Precipitazioni medie mensili in mm

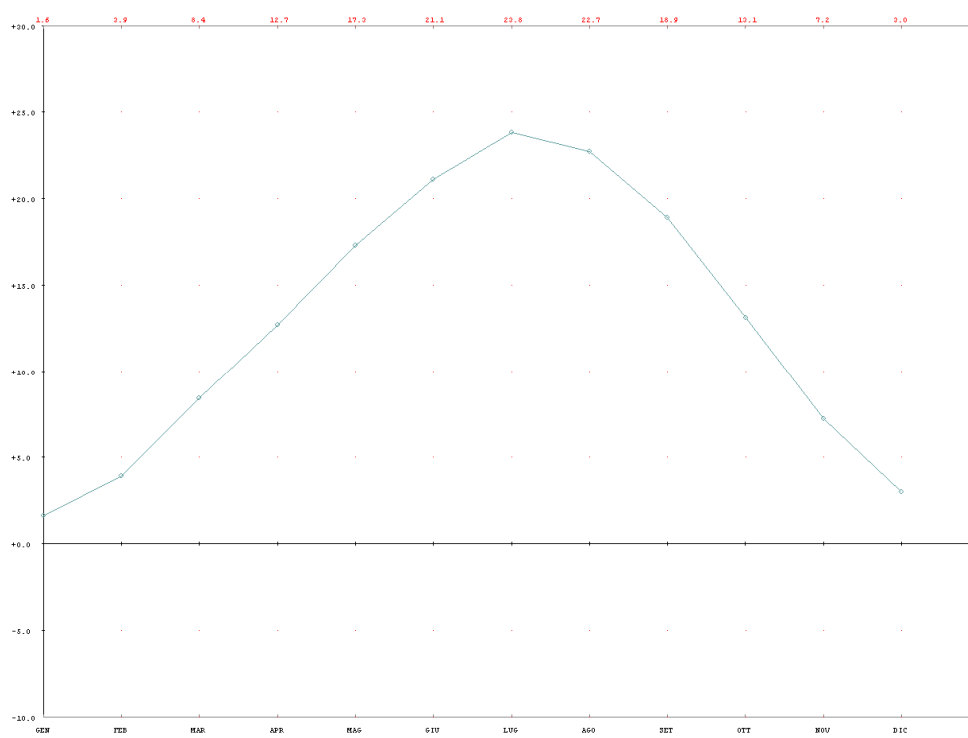


Fig. 3.3 – Temperature in gradi centigradi

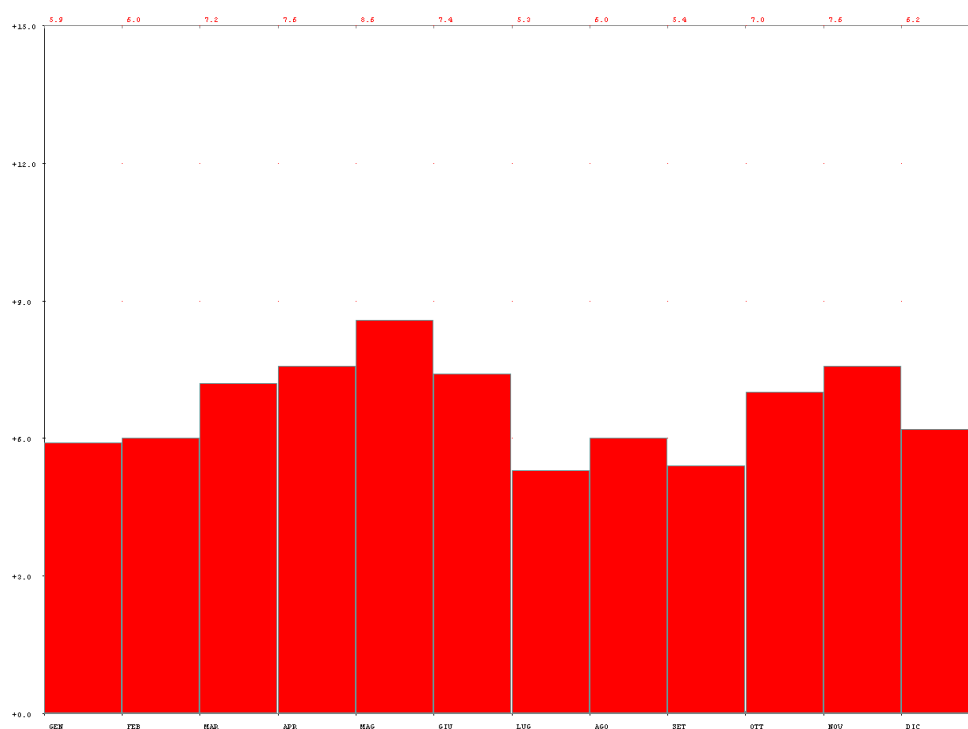


Fig. 3.4 – Giorni di pioggia

### 3.1 EVENTI PLUVIOMETRICI INTENSI ED ESTREMI

Per determinare il regime delle piogge intense nel comune di Boffalora S.T. si è proceduto all'analisi della pluviometria della zona interessata; in particolare si è fatto riferimento a quanto indicato dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, che allega le analisi sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense nella "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*".

Attraverso l'elaborazione statistica delle misure di precipitazione registrate per varie durate degli eventi dalle stazioni di misura esistenti, è possibile stimare le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica che danno il valore dell'altezza di pioggia prevista in un dato punto, per una data durata, ad un assegnato tempo di ritorno ( $T$ ).

Comunemente tali curve sono espresse da una legge del tipo:

$$h_T(d) = a_T \cdot d^{nT}$$

dove per altezza  $h$  di pioggia (espressa in mm) si intende l'altezza della colonna d'acqua che si formerebbe su una superficie orizzontale e impermeabile in un certo intervallo di tempo (durata  $d$  della precipitazione); nella relazione i parametri  $a$  e  $n$  dipendono dal tempo di ritorno  $T$  considerato.

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha condotto un'interpretazione spaziale dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, suddividendo l'intero bacino del Fiume Po in celle di 2 km di lato e individuando

un valore dei suddetti parametri per ogni cella; in questo modo è possibile calcolare, per ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione dovuta alla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Nella figura seguente sono rappresentate le celle in cui ricade il territorio di Boffalora S.T.

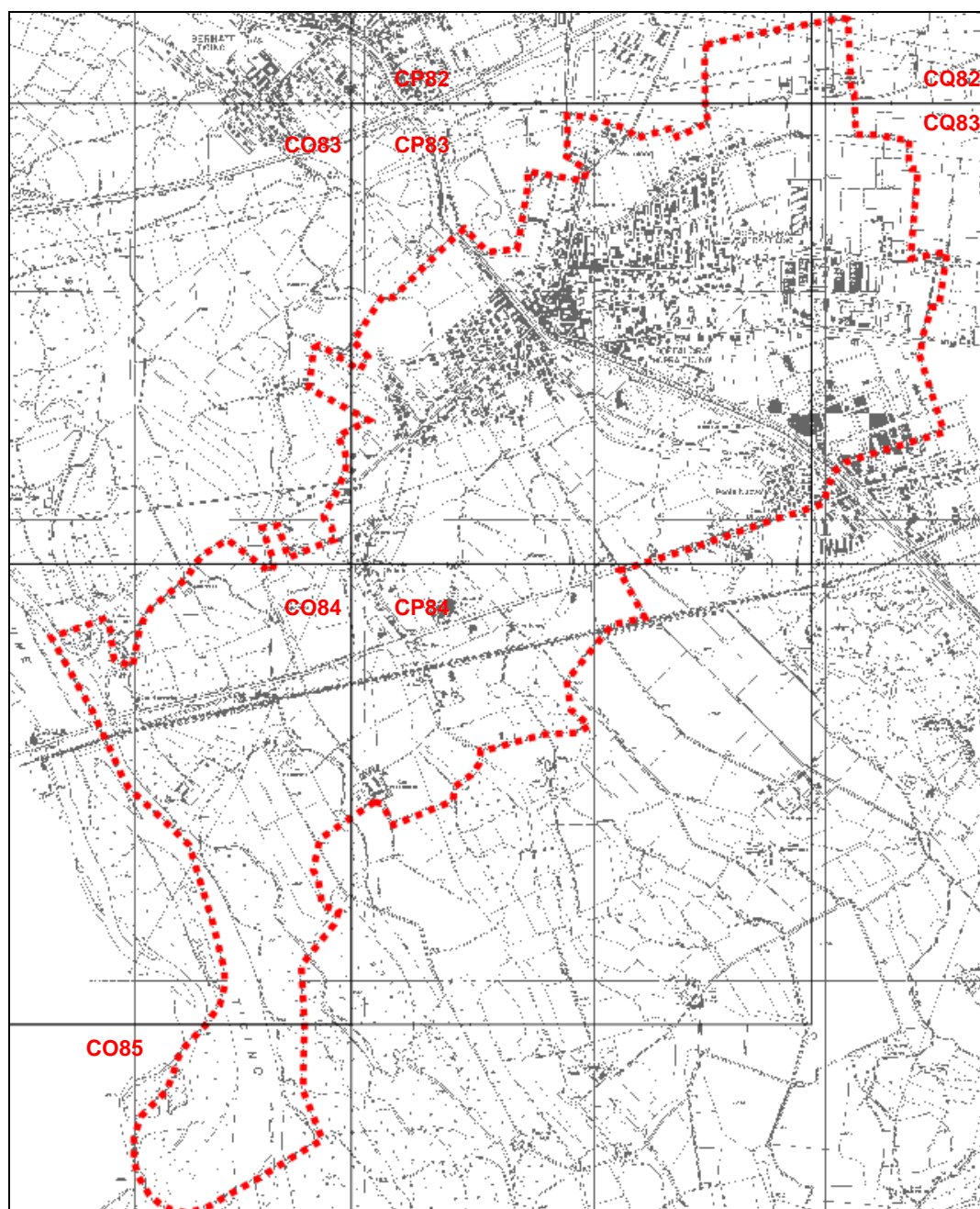


Fig. 3.5 – Celle a cui appartiene il territorio comunale di Boffalora S. T.

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri delle linee segnalatrici per tempi di ritorno T di 20, 100, 200 e 500 anni per le celle sopra indicate, così come vengono riportati nell'allegato 3 della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del PAI.



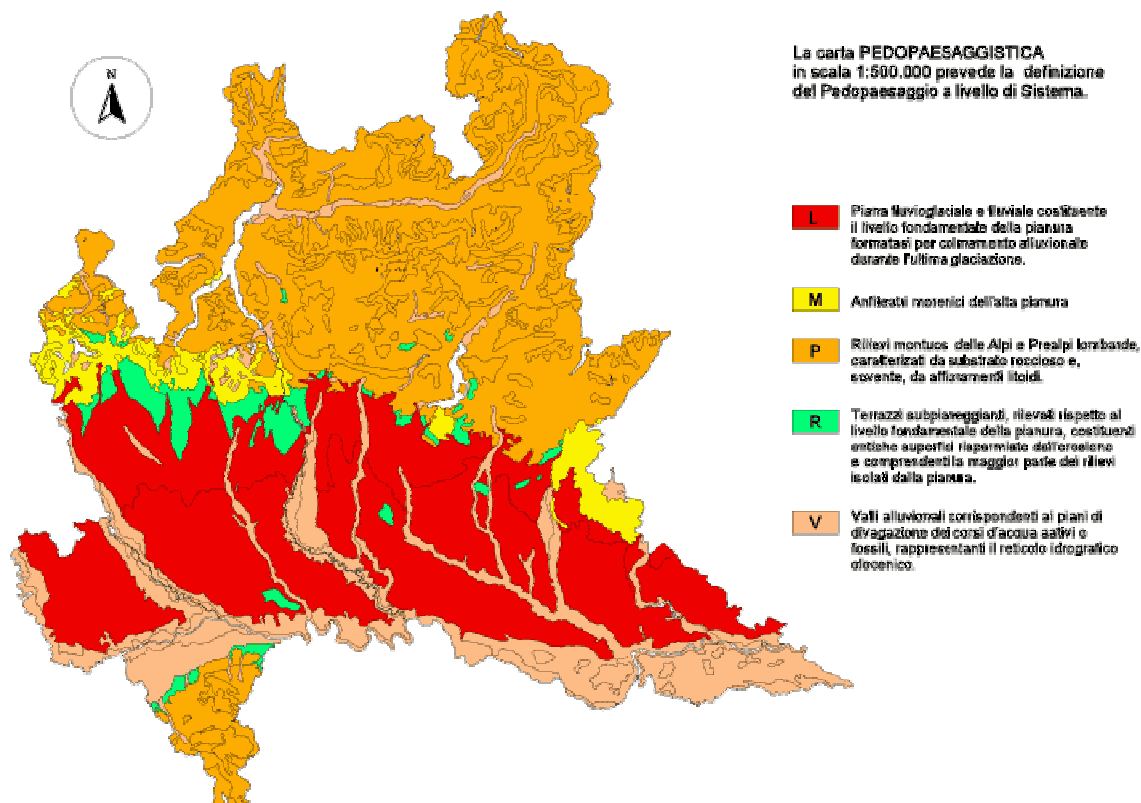
CELLA	Tr = 20		Tr = 100		Tr = 200		Tr = 500	
	a	n	a	a	n	n	a	n
CP82 Coordinate UTM: E 487.000 N 5.037.000	53,17	0,260	68,35	0,249	74,83	0,245	83,39	0,241
CQ82 Coordinate UTM: E 489.000 N 5.037.000	53,01	0,260	68,02	0,249	74,42	0,246	82,88	0,242
CO83 Coordinate UTM: E 485.000 N 5.035.000	52,08	0,262	66,93	0,252	73,26	0,248	81,62	0,245
CP83 Coordinate UTM: E 487.000 N 5.035.000	52,16	0,261	66,97	0,251	73,29	0,247	81,63	0,243
CQ83 Coordinate UTM: E 489.000 N 5.035.000	52,17	0,261	66,92	0,250	73,21	0,246	81,52	0,242
CO84 Coordinate UTM: E 485.000 N 5.033.000	51,29	0,262	65,87	0,252	72,10	0,249	80,31	0,245
CP84 Coordinate UTM: E 487.000 N 5.033.000	51,43	0,261	66,03	0,250	72,26	0,247	80,47	0,243
CO85 Coordinate UTM: E 485.000 N 5.031.000	50,68	0,261	65,07	0,251	71,22	0,248	79,32	0,244

I valori indicati costituiscono un riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che per dimensioni e importanza non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista della cartografia geologica, il territorio ricade nel Foglio n°44 "NOVARA" alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

**CARTA PEDOPAESAGGISTICA alla SCALA 1:500.000**



L'area, prevalentemente pianeggiante, si presenta caratterizzata da terrazzi con un generale sviluppo Nord-Sud, incisi dall'idrografia e raccordati fra loro da scarpate più o meno evidenti.

Le superfici dei terrazzi, in particolare quelle relative alle unità litostratigrafiche più antiche, non risultano completamente piatte, ma sono articolate in blande ondulazioni.

La genesi degli elementi morfologici citati è da ricondurre principalmente alle fasi di espansione glaciale verificatesi nel corso del Pleistocene.

Il modellamento del territorio avviene mediante l'azione combinata di due fenomeni, entrambi collegati alle dinamiche deposizionali di natura glaciale: da un lato l'azione d'accumulo esercitata dal ghiacciaio che, mettendo in gioco enormi quantità di materiale proveniente dal proprio bacino d'alimentazione, è responsabile della formazione di cordoni morenici, ben evidenti poche decine di km a Nord del territorio in esame; dall'altro, l'azione erosiva dei torrenti proglaciali che, rimodellando la superficie topografica durante la fase di ritiro dei ghiacciai, danno luogo a morfologie depresse dalla tipica forma di valloni, a fondo debolmente concavo o piatto.

Connessa a queste dinamiche erosive, è la genesi dei numerosi terrazzi che, insieme ai rilievi morenici ed alle depressioni, caratterizzano l'aspetto del territorio di origine glaciale.

Successivamente alle fasi di ritiro dei ghiacciai, al passaggio tra Pleistocene ed Olocene, diminuiscono notevolmente le portate dei corsi d'acqua e la pianura incomincia ad assumere l'aspetto fisiografico attuale: in sostanza si consolida un sistema fisiografico e idraulico che comporta la formazione di un tracciato fluviale di tipo meandriforme o debolmente *braided*, incassato in un'ampia valle terrazzata ma con un'asta fluviale libera di vagare entro i limiti morfologici imposti dalle scarpate dei terrazzi pleistocenici.

## **5. RICERCA STORICA E SINTESI BIBLIOGRAFICA**

### **5.1 RICERCA STORICA**

In base a quanto previsto dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, al punto 1.1, le analisi e gli studi geologici devono essere preceduti da una ricerca storica il più possibile approfondita, che costituisce il fondamento dell'analisi territoriale.

Nello sviluppo della ricerca storica, pertanto, occorre che siano svolti specifici studi volti ad acquisire il patrimonio conoscitivo sui processi di instabilità pregressi, mediante accurate ricerche da svolgere presso gli archivi disponibili, ove possibile integrate da testimonianze dirette (almeno per gli eventi più significativi). In quest'ottica, la ricerca storica degli eventi inerenti le alluvioni, qualora presenti sul territorio ed, in generale, dei fenomeni di dissesto avvenuti in passato, si rivela uno strumento utile per definire le aree maggiormente soggette a tali fenomeni, e caratterizzate quindi da un alto grado di pericolosità geomorfologica.

Allo stato attuale, per il Comune di Boffalora S.T. non sono state rinvenute notizie di dissesti avvenuti nell'ambito della zona del nucleo abitato; sono da segnalare, infatti, solo le notizie di esondazione periodica legate alle piene fluviali del Fiume Ticino, le quali comunque interessano solo marginalmente gli sparsi edifici agricoli e ricettivi presenti nella vallata del suddetto corso d'acqua.

In questa sede saranno svolte delle considerazioni di carattere generale, utili alla definizione delle tipologie e delle caratteristiche degli eventi, al fine di inquadrare in maniera funzionale il quadro del dissesto.

#### Instabilità di versante

Come si è detto, non si segnalano particolari eventi gravitativi, essendo il territorio comunale nella sua totalità pianeggiante, se si escludono le scarpate dei terrazzi fluviali e quelle antropiche lungo il Naviglio Grande.

In particolare è possibile che si siano esplicitati in passato alcuni limitatissimi dissesti gravitativi nel tratto di scarpata acclive posta ad Sud-Ovest di Villa Giulini, sebbene ormai mascherati dall'espansione urbana e stabilizzati dalla folta vegetazione arborea ed arbustiva ivi attecchita.

#### Eventi alluvionali

Le piene del Fiume Ticino sono ricorrenti nel territorio, ma ininfluenti come impatto sulle zone abitate, essendo l'alveo fluviale molto lontano dal concentrico abitato ed incassato nella sua valle fluviale.

In questo caso si hanno notizie di esondazioni periodiche e di mutamenti del corso fluviale, le quali verranno descritte con maggior dettaglio nel commento della carta geoidrologica.

A corredo di questa breve analisi storica, sono state compilate e fornite in allegato le schede delle esondazioni storiche, previste dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011– Allegato 8, utilizzando i dati forniti dall'Ente di Gestione del Parco Naturale della Valle del Ticino e da altre pubblicazioni.

## **5.2 SINTESI BIBLIOGRAFICA**

Al fine di acquisire le informazioni e le conoscenze preliminari per l'inquadramento generale del territorio di Boffalora S.T., la ricerca di informazioni bibliografiche si è basata sulla raccolta della documentazione esistente presso:

- gli archivi comunali;
- Provincia di Milano, S.I.F. – Sistema Informativo Falda;
- Regione Lombardia (CARG, GeoPortale);
- ARPA Lombardia;
- ERSAF Ente Regionale per i servizi all'Agricoltura e alle Foreste;
- A.S.M. (Azienda Speciale Multiservizi s.r.l.);
- Ente di Gestione del Parco Naturale della Valle del Ticino;
- Consorzio Est Ticino – Villorresi;
- aziende private.

La ricerca si è basata anche sull'analisi e il confronto con la seguente documentazione, relativa agli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale su scala sovracomunale:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Programma di tutela e uso delle acque (PTUA);
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Milano (PTCP);
- Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Di seguito si elencano le diverse fonti bibliografiche utilizzate:

- CAROLLO A. - "Precipitazioni brevi e intense nella regione compresa tra i bacini idrografici del Fiume Sesia e del Lago Maggiore" - Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia "Dott. Marco De Marchi" Pallanza 36: 139-161, 1978
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA. - F. 44 *Novara*, scala 1:100.000, Roma.
- CASTIGLIONI G.B. - "Geomorfologia" UTET 1979
- CATTANEO M., MAIONE U., MIGNOSA P., TOMIROTTI M. – "L'evento di piena dell'ottobre 2000 sul bacino del Ticino" L'acqua, 6/2000.
- CHORLEY R.J. (EDITED BY) - "Introduction to fluvial processes" 1969 Methuen & Co Ltd
- CONSORZIO PARCO LOMBARDO DELLA VALLE DEL TICINO – "Rapporto tra pianificazione e qualità dell'ambiente fluviale: l'esperienza del Parco del Ticino", 1998.
- COMUNE DI BOFFALORA SOPRA TICINO – "PRG – relazione geologica" a firma dott. geol. A. Nardo (Galbiate – CO), 1995, e allegati.
- ENTE DI GESTIONE DEL PARCO NATURALE DELLA VALLE DEL TICINO – "Studio idraulico

dell'assetto del fiume" a firma ing. F. Zolesi e dott. for. A. Bianchi, nell'ambito degli interventi di recupero e ricostruzione di difese spondali lungo il fiume Ticino danneggiate dall'evento alluvionale dei mesi di ottobre-novembre 2000.

- E.R.S.A.L. – "Carte ambientali della pianura" in scala 1:25.000, dicembre 2000 (su supporto informatico), Regione Lombardia.
- E.R.S.A.F. – "Carte pedologiche" (dal sito del Geoportale della Regione Lombardia)
- GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (a cura di G.B. Pellegrini et Alii) – "Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo", Geogr. Fis. Dinam. Quat., 16 (1993), 129-152, 1 carta.
- PROVINCIA DI MILANO – "Piano territoriale di coordinamento provinciale", febbraio 2002.
- PROVINCIA DI MILANO, Servizio Gestione e Controllo Acque Sotterranee, Interventi Acqua , Suolo e Sottosuolo – "Sistema Informativo Falda – quaderno n°2", 2000.
- PROVINCIA DI MILANO, Ufficio Acque Superficiali – "S.I.A.S. Sistema Informativo Acque Superficiali, Catalogo informazioni disponibili", settembre 1999.
- READING H.G. (edited by) – "Sedimentary Environments and Facies" second edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1986.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - Carta Geologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento, (1992) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 1.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - Carta Geomorfologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento, (1994) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 4.
- STUDIO IDROGEOTECNICO APPLICATO s.a.s. (Milano) – "Studio idrogeologico, idrochimico e ambientale e proposta di delimitazione preliminare delle aree di salvaguardia ai sensi della D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996" per la Domanda di autorizzazione alla ristrutturazione del pozzo n. 3 e n. 4 di Piazza Italia in Comune di Boffalora sopra Ticino, ASM Magenta, 1997 e 1998.
- Servizio Meteorologico Regionale – L. Mariani – "Meteorologia e clima"
- Regione Piemonte – Università degli Studi – Atlante Climatologico del Piemonte, 1998

## 6. CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

### 6.1 CENNI METODOLOGICI

E' stata realizzata una carta geologica e geomorfologica con elementi litopedologici, su base raster della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia in scala 1:10.000, secondo quanto previsto dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, ai punti 1.2 e 1.2.1.

Nella carta sono pertanto riuniti, in considerazione della scarsa complessità geologica e geomorfologica del territorio, tutti gli elementi che concorrono a dare un quadro generale della situazione geolitologica, fisiografica, morfogenetica e pedologica.

### 6.2 COMMENTO ALLA CARTA (TAVOLA 1)

#### 6.2.1 Caratteri geopedologici

Il territorio in esame è rappresentato da depositi che, in base alla loro caratterizzazione litostratigrafica, geomorfologica e pedologica, sono riassumibili nelle seguenti unità geopedologiche:

- *Depositi fluviali ("Livello Fondamentale della Pianura" Auct., Pleistocene superiore);*
- *Depositi fluviali s.l. (Olocene);*
- *Depositi fluviali di piana alluvionale e di barra fluviale (Olocene);*
- *Depositi di barra e di canale fluviale (Olocene recente-attuale).*

Si dà di seguito una breve descrizione delle unità sopra elencate.

*Depositi fluviali s.l. (Pleistocene superiore):* sono costituiti da ghiaie e sabbie in facies fluviale s.l. a supporto clastico, mal selezionate e discretamente arrotondate e rappresentano l'ultimo interglaciale e l'ultima glaciazione accertata. La matrice è generalmente sabbiosa grossolana di colore grigio, anche se non sono rari orizzonti fini limosi. I clasti sono prevalentemente di natura granitoide, scistosa e gneissica e non sono alterati. Questi depositi sono noti, in letteratura, come "Livello Fondamentale della Pianura", accezione introdotta da Petrucci e Tagliavini (1969) per definire i depositi riferibili all'ultima fase di colmamento della pianura, avvenuta nel corso del Pleistocene superiore, ad opera di apparati fluviali di notevoli dimensioni. Studi morfologici più recenti, condotti da Marchetti (1990), individuano i principali corsi d'acqua attuali della Pianura Padana come *underfit streams*, ovvero corsi d'acqua sotto-alimentati rispetto alle dimensioni dei corrispondenti solchi vallivi pleistocenici; tali studi, applicabili anche all'ambito del Ticino, rivelano la presenza, nel tardo Pleistocene, di corsi d'acqua a canali multipli intrecciati, con portate anche di 20 volte maggiori rispetto a quelle attuali. L'assetto definitivo della pianura si realizza in concomitanza della messa a regime dei bacini lacustri prealpini che, riducendo la portata liquida e solida dei fiumi, comporta un'intensa fase erosiva nel periodo pre-Atlantico, con conseguente approfondimento per incisione dei

solchi vallivi attuali. La copertura pedologica è costituita da Alfisuoli e, in misura maggiore, da Inceptisuoli, moderatamente evoluti e di spessore generalmente modesto e non superiore ad un metro. Questi depositi caratterizzano la porzione topograficamente più elevata del territorio comunale e quella su cui sorge il nucleo più antico del concentrico abitato.

*Depositi alluvionali s.l. (Olocene):* si tratta di sedimenti che non sono geneticamente correlabili alle fasi di espansione glaciale, ma a facies francamente fluviali, in quanto costituiti da ghiaie con evidenze sedimentologiche riferibili a corsi d'acqua sinuosi ed a meandri. Nella fattispecie si tratta di alternanze di ghiaie, per lo più a supporto clastico, prive di evidenti strutture sedimentarie o con rozza stratificazione, ben arrotondate ed embricate, alle quali si intercalano frequenti livelli sabbiosi, costituiti da sabbie medio-grossolane laminate. Sono caratterizzati dalla presenza a tetto di suoli riferibili all'ordine degli Inceptisuoli, poco evoluti e di spessore generalmente moderato. Tali depositi contrassegnano la porzione occidentale del concentrico abitato e rappresentano il raccordo con la valle del Fiume Ticino.

*Depositi fluviali di piana alluvionale e di barra fluviale (Olocene):* comprendono le antiche isole fluviali e le barre di canale del Fiume Ticino; sono composte da ghiaie inalterate, selezionate e ben lavate, con ciottoli embricati e lenti di sabbia da fine a media. I suoli che caratterizzano tali depositi sono Ochrepts, dell'ordine degli Inceptisuoli, riconoscibili per gli spessori decisamente modesti e basso grado di evoluzione. I depositi fluviali in parola sono presenti nella fascia di territorio compresa tra C.na Gambarina e C.na la Fagiana.

*Depositi fluviali di barra e di canale fluviale (Olocene-attuale):* sono i depositi che caratterizzano l'alveo attuale e le zone di golena del Fiume Ticino; sono costituiti da ghiaie e ciottoli inalterati, selezionati e ben lavate, con ciottoli embricati e lenti di sabbia da fine a grossolana. Solo raramente questi depositi presentano una coltre pedogenetica, di spessore assai limitato, costituita da suoli dell'ordine degli Entisuoli fluviali (Fluvents).

Per una definizione più dettagliata dei caratteri pedologici del territorio, sono stati utilizzati i dati ricavati dalle "Carte Ambientali della pianura" redatte dall'E.R.S.A.L. e distribuite su supporto informatico e, segnatamente, la tavola delle unità litologiche di superficie, che sintetizza i caratteri pedotessiturali dei suoli (solum + substrato pedogenetico), il cui stralcio è riportato a margine della tavola 1.

Inoltre, di seguito vengono riportati due estratti, ricavati dal Geoportale della Regione Lombardia ([www.cartografia.regione.lombardia.it](http://www.cartografia.regione.lombardia.it)), delle seguenti carte tematiche:

- 1) "Carta pedologica"
- 2) "Unità litologiche"



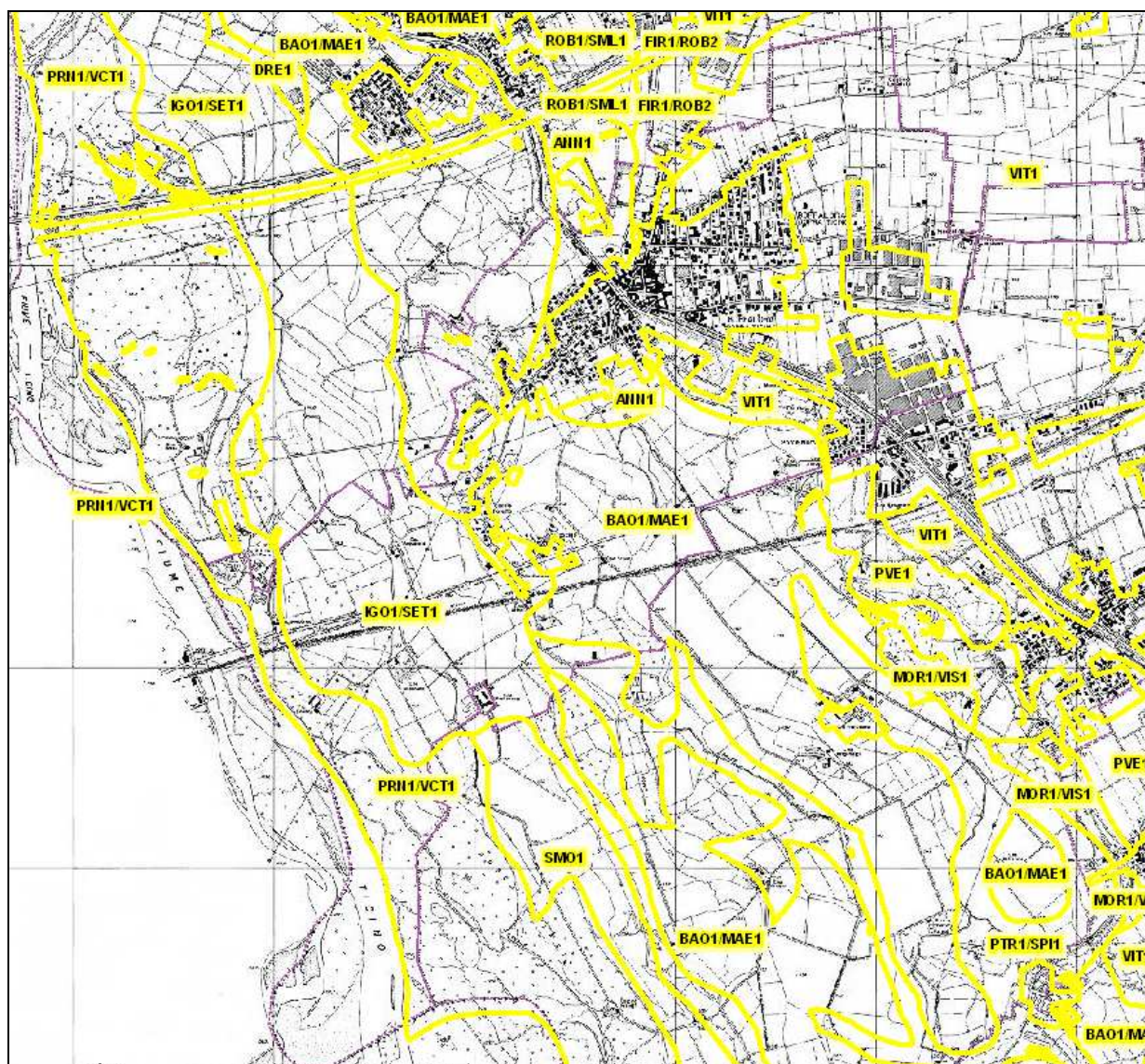


Fig. 6.1 - Mappa tematica pedologia

Da Ovest a Est, il territorio in esame è caratterizzato dai seguenti tipi di suoli o gruppi di suoli, come da legenda della stessa mappa tematica:

**PRN1/VCT1:** il pedopaesaggio è quello delle superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili durante gli eventi di piena ordinaria; nelle piane di tracimazione e a meandri coincidono con le golene aperte; nelle piane a canali intrecciati e rettilinei si identificano con gli alvei, con quota media di 112 m s.l.m. e pendenza media dello 0,5%. I suoli si sono sviluppati su depositi ghiaiosi a matrice sabbiosa. L'uso del suolo prevalente è costituito da prati permanenti irrigui, con aree comprese o prossime a superfici interessate da forte attività di estrazione di sabbie e ghiaie. I suoli PRN1 sono sottili su substrato ciottoloso, scheletro molto abbondante o abbondante, con tessitura moderatamente grossolana. I suoli VCT1 sono suoli sottili, limitati dal substrato ciottoloso, tessitura grossolana con scheletro abbondante in

*superficie e molto abbondante in profondità.*

**IGO1/SET1:** *il pedopaesaggio è quello delle piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti od attuali su superfici subpianeggianti, corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, con quota media di 147 m s.l.m. e pendenza media pari a 0,9%, con suoli sviluppatisi su sabbie poco gradate con ghiaie non calcaree. L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativi e rari boschi nelle delineazioni più settentrionali. I suoli IGO1 sono poco profondi, limitati da scheletro molto abbondante, a tessitura moderatamente grossolana, molto acidi. I suoli SET1 sono poco profondi, limitati da scheletro molto abbondante, a tessitura grossolana o moderatamente grossolana, molto acidi in superficie e acidi in profondità.*

**BAO1/MAE1:** *il pedopaesaggio è quello delle superfici terrazzate costituite da alluvioni antiche o medie; i terrazzi fluviali stabili sono delimitati da scarpate erosive, a morfologia pianeggiante, con quota media di 111 m s.l.m. e pendenza media di 0,3%, posti sempre sul livello superiore delle alluvioni vallive, con suoli sviluppatisi su substrati ghiaioso-sabbiosi o limoso-argillosi; si collocano sui livelli più alti delle alluvioni del Ticino. L'uso del suolo prevalente è costituito da coltivazioni di cereali, tipo mais. I suoli BAO1 sono sottili per substrato ciottoloso, con scheletro da frequente a molto abbondante, tessitura grossolana, reazione neutra, saturazione da bassa a media, permeabilità moderatamente elevata. I suoli MAE1 sono suoli poco profondi o sottili, limitati da orizzonti a tessitura fortemente contrastante, scheletro comune in superficie e abbondante in profondità, neutri, con saturazione molto alta, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.*

**VIT1:** *il pedopaesaggio è quello della superficie rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa a morfologia subpianeggiante, con evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati; in prossimità dei principali solchi vallivi, la morfologia è caratterizzata da ampie ondulazioni con quota media di 146 m s.l.m. e pendenza media del 0,2%, con suoli sviluppatisi su depositi ghiaiosi. I suoli VIT1 sono moderatamente profondi, limitati da orizzonti con scheletro molto abbondante, a tessitura moderatamente grossolana in superficie, a reazione subalcalina, saturazione bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata.*



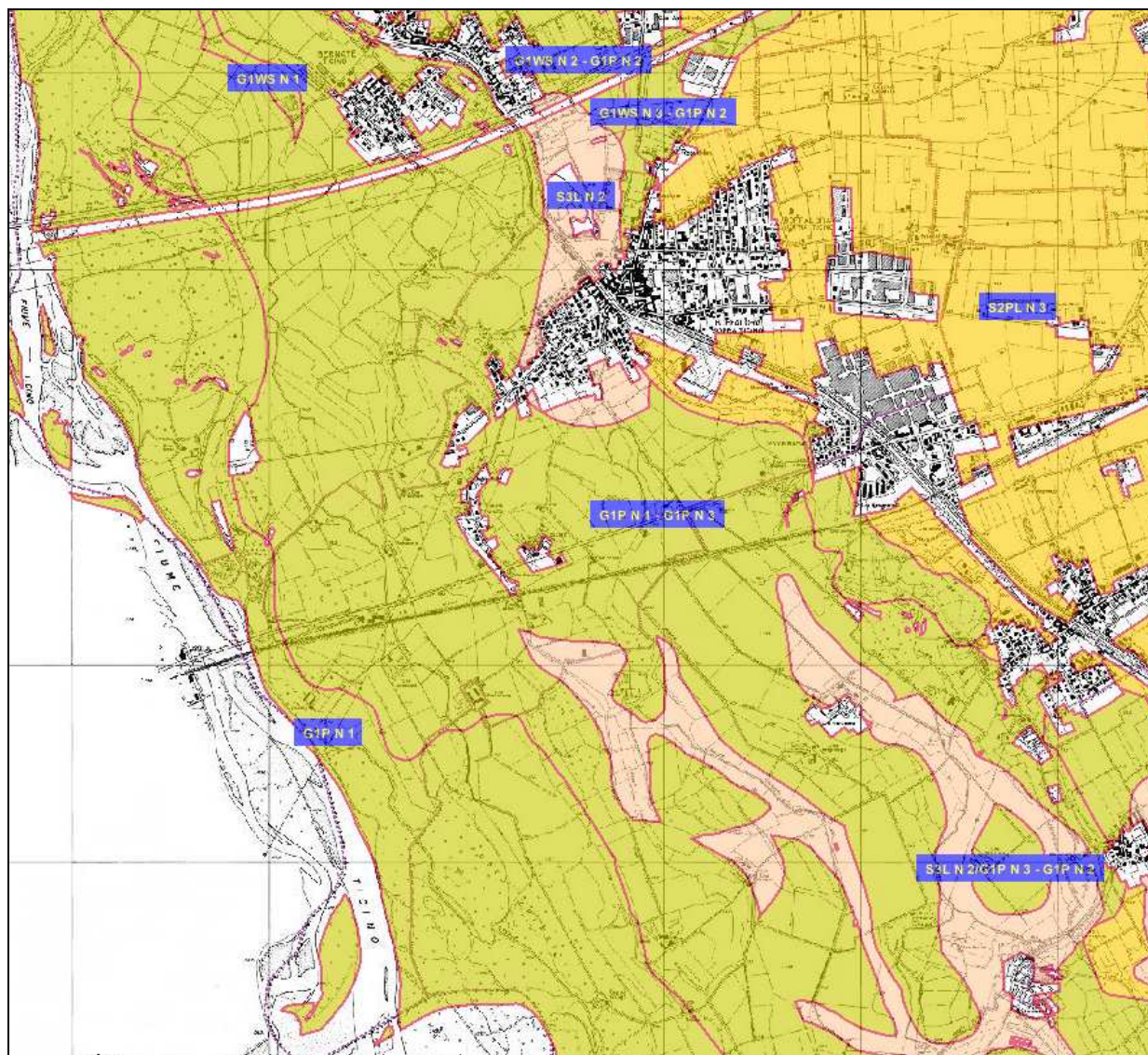


Fig. 6.2 - Mappa tematica litologia

Il tematismo della litologia è rappresentato da areali che derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico, rilevato durante la realizzazione della "Carta dei suoli lombardi" (progetto realizzato dall'Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste – ERSAF). I dati dei profili pedologici effettuati durante il rilevamento sono stati rielaborati per definire le unità cartografiche della litologia di superficie.

Da Ovest a Est, il territorio in esame è caratterizzato dalle seguenti unità litologiche:

**G1P N1/G1P N3:** ghiaie poco gradate;

**G1WS N2:** ghiaie ben gradate con sabbia;

**S3L N2:** sabbie limose;

**S2PL N2:** sabbie poco gradate con limo.



### 6.2.2 Caratteri morfologici

Per quanto riguarda la ricostruzione delle caratteristiche morfologiche del territorio di Boffalora Sopra Ticino, dettate dalla dinamica del F. Ticino e delle sue divagazioni storiche ed attuali, è stato utilizzato il sistema del raffronto diretto tra il supporto cartografico corrente (C.T.R. 1:10.000, redatto mediante fotointerpretazione su base aerea del 1994) e le fotografie aeree riprese in data 12-06-2001, oltre che con la cartografia IGM 1:25.000 risalente agli anni '60. Inoltre sono state utilizzate immagini di ripresa satellitare a falsi colori, gentilmente messe a disposizione dal Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, come quella qui raffigurata:



L'analisi morfologica da fotointerpretazione e cartografica è stata integrata con una serie di sopralluoghi sul terreno, esperiti dapprima nel periodo novembre 2002 – marzo 2003 (indagini a supporto del Piano Regolatore Generale vigente, approvato con Modifiche d'Ufficio (D.G.P. n. 491/08 del 30-06-2008) e successivamente nel novembre 2011, al fine di meglio dettagliare le caratteristiche dei luoghi.

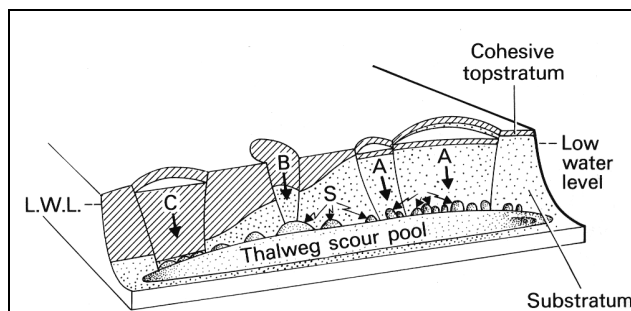
Sulla Tavola 1 sono stati rappresentati gli elementi morfologici relativi alle forme fluviali di erosione e di accumulo (distinte in *attive*, *quiescenti* o *inattive*), gli elementi dell'idrografia superficiale e le forme determinate dall'attività antropica.

Relativamente agli aspetti di divagazioni storiche e degli effetti alluvionali, si è preferito rappresentare tali tematismi nell'ambito della carta geoidrologica, allo scopo di non appesantire eccessivamente la carta geologico-geomorfologica, già densa di graficismi.

Si fornisce, di seguito, un breve excursus delle forme rappresentate in carta, con particolare attenzione ai lineamenti morfologici presenti nella piana alluvionale del F. Ticino:

#### Forme fluviali:

- *orli di terrazzi*: sono stati distinti in base alla loro elevazione, utilizzando un'altezza discriminante di 3 m; le scarpate principali sono localizzate al passaggio tra i depositi pleistocenici (Livello Fondamentale della Pianura) e quelli fluviali olocenici, nel settore orientale del territorio comunale; salti di quota di minore entità sono presenti presso gli altri passaggi geologici o lungo le scarpate dovute al modellamento antropico;
- *pendii*: salti che raccordano superfici di quota diversa, non identificabili con una scarpata vera e propria, ma con un pendio a basso angolo di inclinazione;
- *sponde in arretramento*: sono i tratti di sponda fluviale presso i quali la corrente esercita azione erosiva, in occasione degli eventi principali di piena, determinando modifiche della morfologia dell'alveo; normalmente sono interessati da questo fenomeno i tratti di sponda concava, ove, più facilmente si verifica l'azione della corrente in battuta;
- *zone di canale di massima profondità (thalweg)*: rappresentano le linee di flusso della corrente trattive a maggiore energia; in corrispondenza del thalweg si innescano, in genere, i processi di erosione del fondale; il caso A della figura sottostante (tratto da H.G. Reading, *op. cit.*), illustra i processi di erosione al piede dovute all'alta velocità della corrente in piena, con conseguenti distacchi per scorrimento lungo la sponda.



- *canali trasversali di barra (transverse channel)*: rami secondari rispetto al corso d'acqua principale, che tagliano una barra di canale e possono essere non attivi nel regime di magra;
- *canali morti (slough channel)*: zone di canale a bassa energia, di solito rami secondari rispetto al corso d'acqua principale, dove avvengono fenomeni di sedimentazione di materiale fine (limo o argilla) per decantazione;
- *paleoalvei*: tracce di corsi d'acqua estinti, generalmente morfologicamente incassati rispetto al livello della pianura circostante; in carta sono stati distinti i paleoalvei inattivi da quelli riattivabili, con riferimento alla piena dell'ottobre 2000, alla conformazione morfologica ed all'evoluzione storica del territorio;
- *barre diagonali mobili o stabilizzate (bank-attached bar)*: barre diagonali che modificano la linea di riva del corso d'acqua;
- *rotte fluviali (crevasse splay)*: fenomeni che si verificano solo in corrispondenza delle piene più rilevanti, con rottura degli argini naturali, generalmente sulle sponde concave, ed esondazione nella piana alluvionale, con deposizione di materiale a granulometria decrescente dall'asse del fiume verso l'esterno;

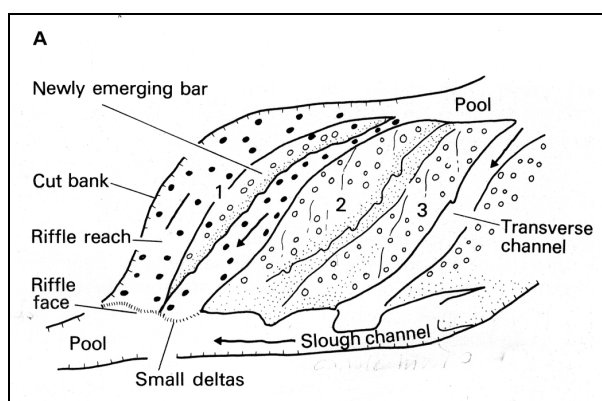


Fig. 5.3 - Morfologia, terminologia e struttura di una tipica bank-attached bar (da: H.G. Reading, 1986)

- *conoidi di deiezione*: apparati deposizionali di raccordo tra un corso d'acqua e la pianura, tipici di corsi d'acqua ad alta percentuale di trasporto solido; nel territorio è

presente un conoide alluvionale fossile e non riattivabile, ascrivibile al Tardo Pleistocene, in corrispondenza del margine sud occidentale dell'abitato di Boffalora S.T., tuttora riconoscibile, con collegamento con la sua valle di alimentazione;

- *dossi fluviali*: leggere ondulazioni a media e grande scala, riscontrabili come blande asperità rispetto al livello della pianura circostante, testimoniano episodi di aggradazione legati ad una dinamica tipica di un paleocorso d'acqua a meandri o sinuoso.

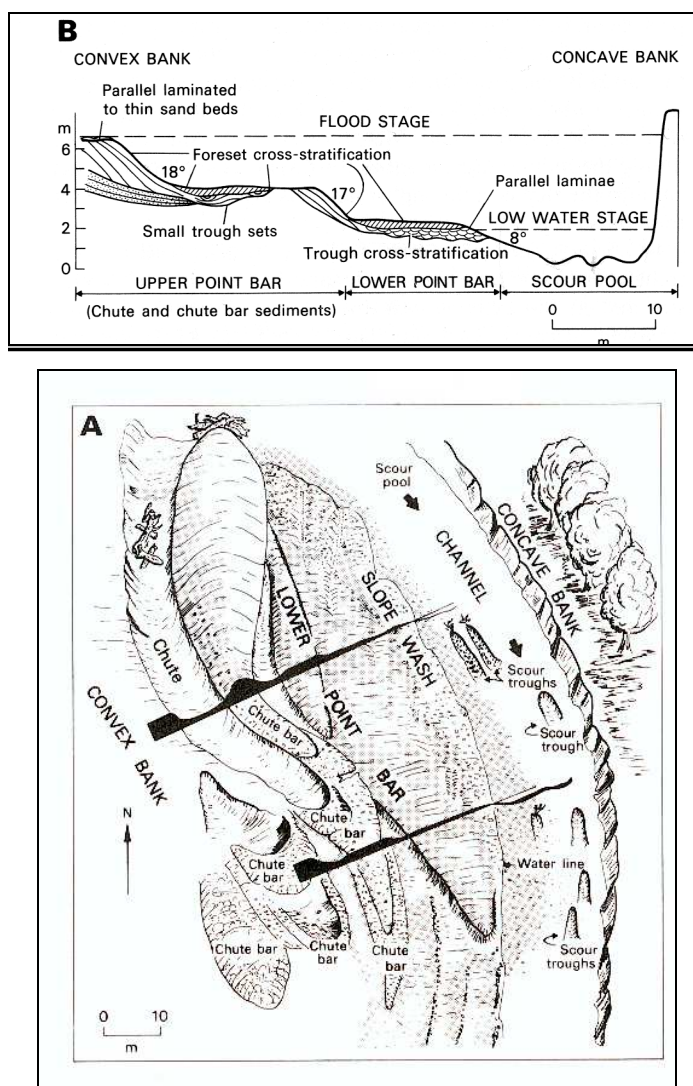


Fig. 5.4 - Elementi morfologici e strutture interne di una point bar a granulometria grossolana, in planimetria (A) e in sezione (B) – (da: H.G. Reading, 1986)

#### Elementi dell'idrografia:

- *rogge o canali*: sono stati rappresentati, mediante evidenziazione in colore, tutti i corsi d'acqua naturali e artificiali la cui presenza sia stata riscontrata durante i sopralluoghi esperiti sul terreno;
- *specchi d'acqua*: sono stati indicati i bacini di acque ferme di origine antropica o derivanti dalla dinamica fluviale del F. Ticino;

- *tracciato del F. Ticino*: come precedentemente accennato, è stato riportato in colore il tracciato del fiume così come desunto dai fotogrammi di ripresa aerea del 12 giugno 2001, mentre l'alveo rappresentato in nero sulla base topografica C.T.R. è riferito a riprese aeree effettuate nel 1994: con il raffronto dei due tracciati è possibile percepire con immediatezza l'evoluzione della dinamica fluviale recente del F. Ticino, a seguito della grande piena dell'ottobre 2000;
- *laghi di cava*: sono stati riportati i laghi relativi ad impianti estrattivi, ora dimessi; si noti come solamente il laghetto di cava presso Molino Motta ricada effettivamente entro i limiti amministrativi del territorio comunale di Boffalora S.T.

Forme antropiche:

Sono stati indicati, mediante graficismi di colore nero, i seguenti elementi:

- i siti estrattivi dismessi presso il campo sportivo comunale;
- gli orli di scarpate antropiche;
- il sito di discarica dei rifiuti solidi urbani, costituito da una cava ritombata (in fase di rimineralizzazione e bonificato superficialmente);
- l'area di deposito dei fanghi di lavorazione di cartiera (sottoposto ad intervento di messa in sicurezza permanente, ai sensi del D.M. 471/99 e s.m.i., certificato dalla Provincia di Milano – Assessorato Ambiente);
- le due tratte d'argine in scogliera parzialmente cementata, in fregio al F. Ticino, che costituisce l'unica opera di difesa idraulica parzialmente ricadente sul territorio comunale, oltre alla traversa posta a monte del ponte di Boffalora, sul F. Ticino.



## **7. CARTA DI INQUADRAMENTO GEOIDROLOGICA**

Nella Tavola 2, "Carta geoidrologica", redatta in scala 1:10.000 su base C.T.R., sono rappresentati i complessi geoidrologici omogenei, la freatimetria relativa alla falda freatica, gli elementi dell'idrografia superficiale, la ricostruzione dei tracciati degli alvei storici del F. Ticino e i limiti del campo di sedimentazione e del campo di inondazione, relativi alla piena dell'ottobre 2000.

Sono inoltre riportati sulla tavola i limiti della fasce fluviali relative al PAI e le tracce delle due sezioni litostratigrafiche, che vengono proposte in allegato.

Come riportato in bibliografia, per la redazione della carta geoidrologica sono stati utilizzati anche i dati messi a disposizione dalla Provincia di Milano (S.I.F.), relativamente agli aspetti generali del territorio provinciale che riguardano direttamente la circolazione idrica sotterranea e le sue interazioni con l'idrografia superficiale e dai quali sono tratte le seguenti considerazioni.

Il territorio comunale di Boffalora S.T. è interessato da due corpi idrici principali, costituiti dal Fiume Ticino e dal Naviglio Grande, e da corpi idrici minori, costituiti dalla rete di canali irrigui, nella vallata del Ticino, e dalle risorgive freatiche, con buona diffusione: questi elementi idrografici influenzano direttamente, stante anche l'elevata permeabilità media dei corpi sedimentari superficiali, le condizioni della superficie freatica, con azioni di alimentazione o drenaggio in relazione all'andamento stagionale delle irrigazioni e delle precipitazioni.

La valle del F. Ticino è interessata da oscillazione ritmiche della superficie freatica, con cadenza stagionale e con locali variazioni legate alla presenza di canali irrigui di maggiore o minore importanza. Le soggiacenze minime, per l'area in esame, si registrano nel periodo estivo e, più precisamente, nel mese di agosto, a seguito del prolungato periodo irriguo mentre le soggiacenze massime sono da individuare nel periodo tardo invernale-primaverile.

Su base annua, le fluttuazioni della superficie freatica sono contenute in un massimo di circa 2 metri, con un effetto di regolazione (drenaggio) dei fontanili sulle oscillazioni freatiche ben evidente e sostanziale.

Secondo il Consorzio Est Ticino-Villoresi, l'alimentazione della falda da parte della rete irrigua, può essere valutata circa il doppio, quantitativamente, rispetto a quanto fornito dalle precipitazioni meteoriche annuali: l'infiltrazione delle acque irrigue raggiunge il 60% del totale assentito.

Il drenaggio dei fontanili costituisce tuttavia un elemento di chiusura del ciclo delle acque, recuperando alla superficie parte delle acque infiltrate nel sottosuolo.

## 7.1 COMMENTO ALLA CARTA (TAVOLA 2)

### Complessi geoidrologici omogenei

Sulla base delle risultanze litostratigrafiche a disposizione dello scrivente, nel territorio comunale possono essere distinti i seguenti complessi geoidrologici.

*Depositi ghiaioso sabbiosi e ciottolosi di barra e di canale fluviale:* sono i depositi di alveo attivo e recente del corso del F. Ticino; sono contraddistinti da granulometria grossolana: è possibile pertanto stimare la permeabilità  $K$  media del complesso geoidrologico come  $>10^{-2}$  m/s, permeabilità elevata, secondo la classificazione di Castany, 1963.

*Depositi ghiaiosi e sabbioso-limosi di piana alluvionale e di barra fluviale:* sono i depositi di divagazione olocenici recente del F. Ticino; sono contraddistinti da granulometria eterogenea, con permeabilità media da buona a bassa  $10^{-2} < K < 10^{-5}$  m/s.

*Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi in facies fluviale:* questo complesso riunisce i depositi fluviali pleistocenici del Livello Fondamentale della Pianura e i depositi alluvionali s.l. dell'Olocene; la permeabilità è buona, compresa tra  $10^{-1}$  e  $10^{-4}$  m/s.

### Rilievo freatimetrico

All'epoca dei primi sopralluoghi condotti nel 2002 per la stesura del P.R.G., era stata eseguita una campagna di misurazione dei livelli statici in corrispondenza delle captazioni private, censite dal Comune; la quasi totalità delle captazioni, tuttavia, non era disponibile alle misure, o per l'assenza di un foro di ispezione sulla bocca pozzo o perché le captazioni erano in pompaggio; nell'ambito di tale campagna fu possibile effettuare solo alcune misurazioni, insufficienti per ricostruire l'andamento delle linee isofreatiche.

Sull'elaborato è stato quindi riproposto l'elaborato freatimetrico prodotto nel 1997 dallo Studio Idrogeotecnico Applicato s.a.s. di Milano (utilizzando i dati forniti dal C.A.P. di Milano sui pozzi di controllo dell'area), nell'ambito del progetto di approfondimento dei pozzi idropotabili comunali n. 3 e n. 4, e, per raffronto, le due misure effettuate dallo scrivente nel 2002.

Come si può notare, le curve isofreatiche individuano una direzione di drenaggio piuttosto regolare, diretta verso SW, ovvero verso la valle del F. Ticino e con un gradiente idraulico pari a circa lo 0,6%.

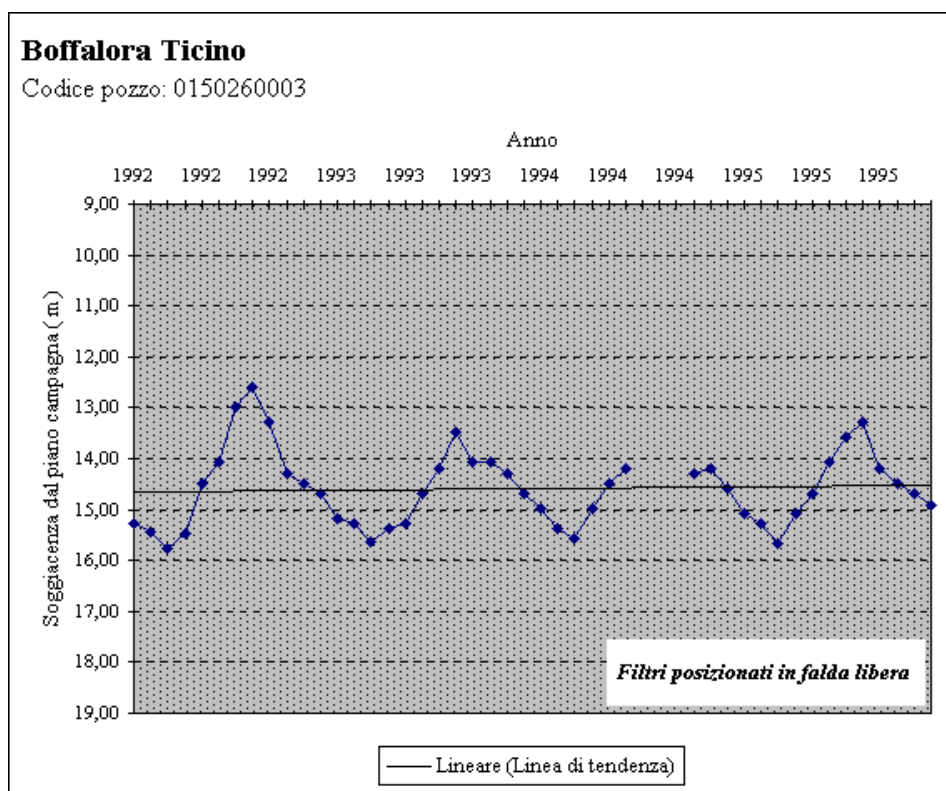
La soggiacenza media della superficie freatica è variabile dai 10÷15 m sul terrazzo pleistocenico, più elevato, a 1÷5 m nel sottore di fondovalle, con locali emergenze idriche alla base della scarpata principale, che separa il centro dalla vallata del Ticino, verosimilmente alimentate anche da perdite di subalveo del Naviglio Grande.

Le misure relative all'anno 2002 indicano una differenza, rispetto al rilievo del 1997, di circa 2-3 m nella soggiacenza, imputabile probabilmente a cause stagionali e di piovosità annua.

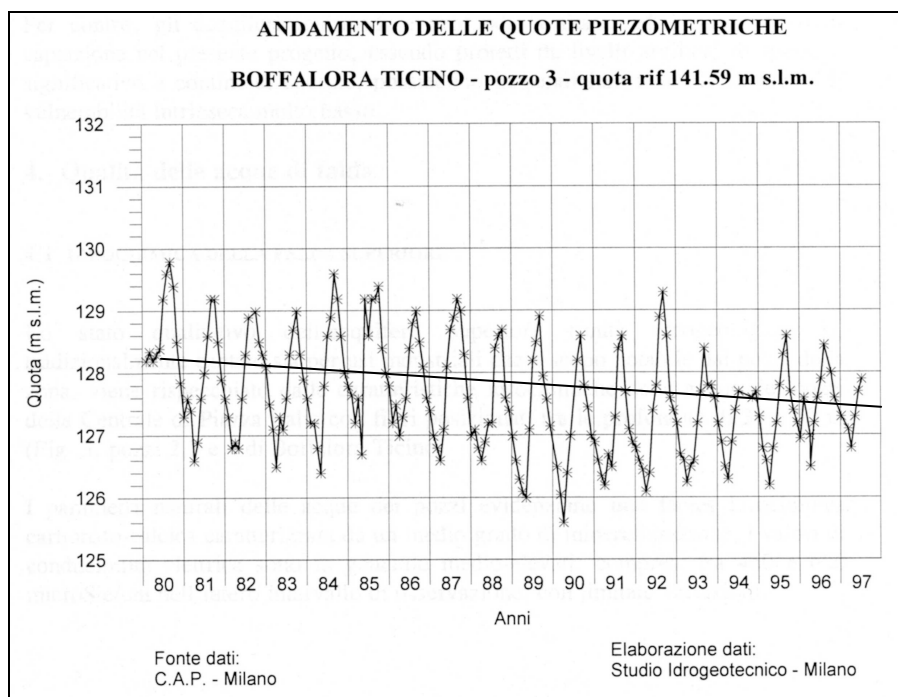
Relativamente a questo aspetto, sono stati reperiti nella banca dati della Provincia di Milano i dati delle oscillazioni del pozzo idropotabile comunale n°3, di seguito riportati.

Dalla figura si desume un'oscillazione stagionale, nell'arco di 3 anni, di circa +2 m e - 1 m rispetto ad un livello statico di circa 14,70 m da p.c., con picchi di risalita nel periodo estivo (secondo quadrimestre) ed abbassamenti nel periodo invernale/primaverile, verosimilmente correlabile alle pratiche irrigue e alle variazioni di portata del Naviglio Grande.

Su base annua invece appare evidente una diminuzione delle escursioni in risalita, mentre si mantengono costanti le escursioni invernali in abbassamento della soggiacenza.



Il grafico sottostante, tratto da "Studio idrogeologico, idrochimico e ambientale ai sensi della D.G.R. 6/15137 del 27/6/96", redatto a cura dello Studio Idrogeotecnico Applicato s.a.s. (1997), per conto dell'A.S.M. s.r.l. di Magenta per la "Domanda di autorizzazione alla ristrutturazione con approfondimento del pozzo n° 3 in Comune di Boffalora Sopra Ticino", conferma il trend sopra commentato. Inoltre la retta di regressione, disegnata sopra al grafico dallo scrivente, evidenzia anche un aumento progressivo nel tempo della soggiacenza del livello medio freatico.

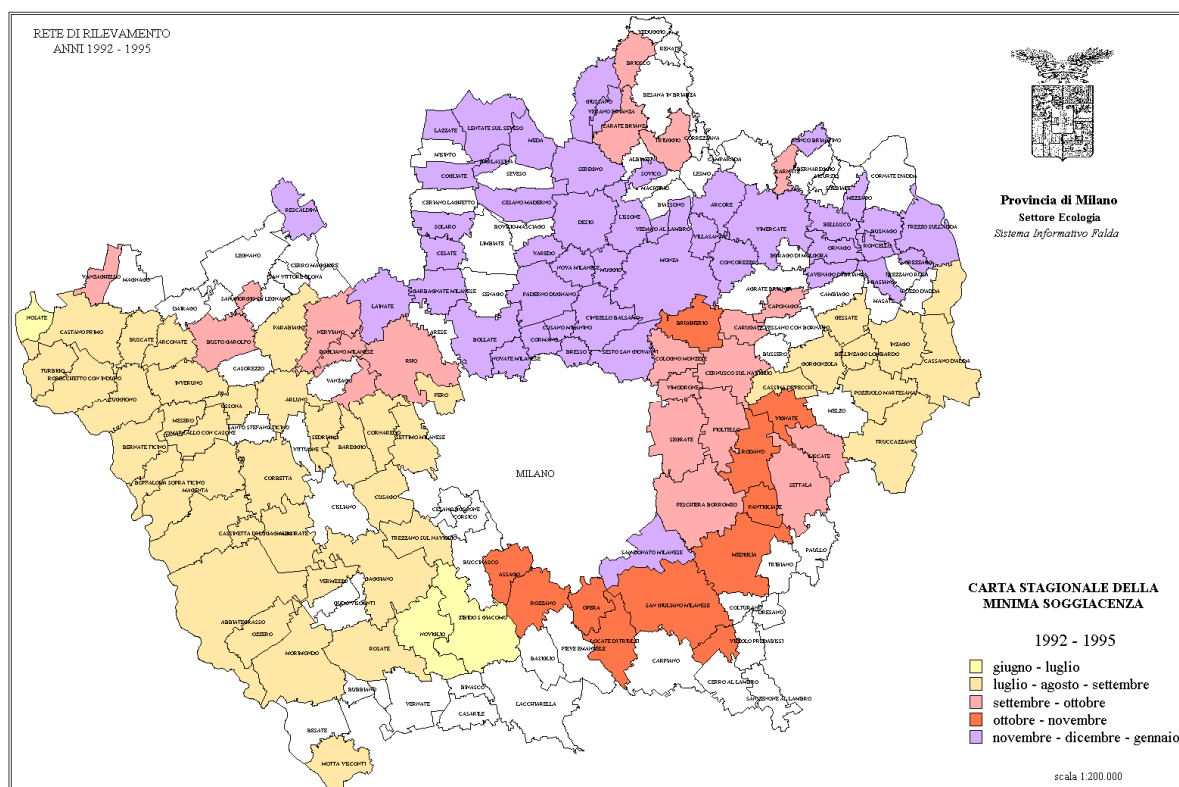


Questi dati, sono stati ulteriormente confermati dalla misura di soggiacenza della falda, rilevata al mese di dicembre 2011, presso il pozzo pubblico degli Impianti Sportivi di Boffalora, con un livello statico pari a -14.80 m rispetto al p.c. (oscillazione stagionale: +1.0 m).

Per concludere il capitolo relativo alla situazione freaticimetria locale, a margine della tavola 2 è stata riportata per confronto la “Carta della piezometria della falda freatica nella Provincia di Milano” del settembre 2001, redatta dalla Direzione Centrale Ambiente della Provincia di Milano.

A questa rappresentazione cartografica si vuole aggiungere anche la figura seguente, che riporta le aree del territorio lombardo, suddivise per epoche di minima soggiacenza: il territorio in esame è caratterizzato da minima soggiacenza della falda nel periodo estivo, confermando, quindi, quanto sopra esposto.

Sempre nella tavola 2 sono stati censiti i fontanili e le zone di emergenza della falda freatica, ben rappresentati, come già accennato in precedenza, soprattutto nel settore vallivo più prossimo al piede della scarpata principale.



### Sezioni idrogeologiche:

Dal già citato “Studio idrogeologico, idrochimico e ambientale ai sensi della D.G.R. 6/15137 del 27/6/96”, redatto a cura dello Studio Idrogeotecnico Applicato s.a.s. (1997) e dagli studi idrogeologici sviluppati dallo scrivente a supporto della ridefinizione delle Aree di Salvaguardia dei pozzi idropotabili n. 5 (2004) e n. 3/n.4 (2010), sono state tratte due sezioni idrogeologiche, alla scala di 1:25.000/1:2.000.

La sezione n. 1 è estesa in senso NW-SE a tutto il territorio comunale di Boffalora S.T. e, oltre alle stratigrafie dei pozzi idropotabili comunali, per il tracciamento della suddetta sezione si è fatto riferimento anche alle colonne stratigrafiche relative ad alcuni pozzi privati (industriali e irrigui) presenti nel territorio comunale.

La seconda sezione idrogeologica è all'incirca ortogonale rispetto alla sezione n. 1 (direzione NE-SW) e passa per il pozzo idropotabile n. 5 di Viale Industria.

I pozzi idropotabili comunali risultano, alla data della presente relazione, in numero di 5, dei quali sono in funzione quello di Viale Industria (pozzo n. 5) e due pozzi ubicati in Piazza Italia, approfonditi nel 2000 sino a circa 200 m da p.c. (pozzi n. 3 e n. 4); mentre i pozzi n. 1 e n. 2 sono stati chiusi e dimessi.

I due pozzi in funzione situati in Piazza Italia (n. 3 e n. 4) captano da falde confinate e “naturalmente” protette, mentre il pozzo n. 5 di Viale Industria attinge prevalentemente all'acquifero superficiale.

Dall'esame di tali sezioni emerge la presenza di complessi idrogeologici contraddistinti da

acquiferi con caratteristiche ben diversificate.

Il primo complesso idrogeologico, caratterizzato da un acquifero di tipo freatico, si colloca nella porzione superiore e giunge sino alla profondità di circa 60-80 m dalla superficie topografica; esso risulta costituito da sedimenti ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-argillosi, con sporadiche lenti di argilla, riferibili ai depositi fluvioglaciali pleistocenici.

Il secondo complesso idrogeologico risulta invece caratterizzato da un acquifero multifalda di tipo confinato e semiconfinato; esso si rinviene a partire dai 60-80 m e raggiunge una profondità di circa 150÷180 m dal p.c. (profondità raggiunta dai pozzi idropotabili comunali), ed è costituito da sedimenti prevalentemente sabbioso-argillosi e argillosi, localmente torbosi, forse riferibili alle unità in facies fluviale e di transizione villafranchiane.

Il passaggio tra questi due complessi idrogeologici risulta localizzabile in corrispondenza di un esteso livello argilloso, di spessore variabile, ma praticamente continuo in entrambe le sezioni tracciate; solamente nella Sezione 1 è presente una locale interruzione dovuta alla presenza di una lente di natura argilloso-sabbiosa, riscontrabile nei pozzi idropotabili di Boffalora S.T. localizzati in Piazza Italia, mentre il citato livello argilloso è ben presente nella stratigrafia del pozzo n.5 di Viale Industria.

Al di sotto dei complessi descritti è presente un terzo complesso idrogeologico, che è stato indicato nelle sezioni idrogeologiche, pur non venendo raggiunto da nessuno dei pozzi presenti nel territorio comunale; dai dati stratigrafici disponibili, raccolti presso pozzi esterni al territorio di Boffalora S.T. esso appare costituito da una alternanza di livelli sabbioso-argillosi e risulta caratterizzato da acquiferi di tipo confinato.

### Idrografia superficiale

Il territorio comunale di Boffalora S.T. è interessato da due corpi idrici superficiali principali, costituiti dal Fiume Ticino e dal Naviglio Grande, mentre corpi idrici minori sono costituiti dalla rete di canali irrigui e dalle risorgenze freatiche; questi elementi idrografici superficiali, a causa dell'elevata permeabilità media dei corpi sedimentari superficiali, influenzano direttamente le condizioni della superficie freatica, con azioni di alimentazione o drenaggio in relazione all'andamento stagionale delle irrigazioni e delle precipitazioni.

Le acque del F. Ticino, che costituisce l'asse di drenaggio principale di questo settore di pianura, scorrono in direzione N-S, lungo il confine occidentale del territorio comunale all'interno di un alveo pluricursale, con canali secondari, attivati in condizioni di piena ordinaria; detti canali anastomizzati, separati da barre trasversali, tendono a separarsi e ricongiungersi in continuazione, isolando barre che evolvono progressivamente, accrescendosi lateralmente e longitudinalmente, in isole alluvionali, sia per la bassa pendenza dell'alveo, sia per la scarsa coerenza dei depositi nei quali scorrono; l'alveo attuale mostra pertanto notevoli modifiche nella disposizione delle barre/isole fluviali, in forte migrazione anche a seguito di episodi alluvionali.

Come morfometria, il fiume Ticino in questo tratto assume andamento pluricursale, con canali secondari, attivi in condizioni di piena ordinaria; la larghezza media è di circa 590 m con media massima di 1100 m all'altezza della Fagiana e minimo di circa 250 m al ponte di Boffalora S.T. sulla S.S. n. 11.

Sono stati riportati sulla Tavola 2 gli andamenti del F. Ticino in varie epoche, ed in particolare nel periodo 1883-1889, all'epoca della prima levata topografica, finalizzata al rilevamento per la stesura della Prima Edizione della Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare, nel periodo 1931-1937, in occasione dell'aggiornamento I.G.M. e nel periodo 1954-1955, in occasione del volo aerofotogrammetrico G.A.I. I dati relativi agli alvei storici del Ticino sono stati desunti da E.R.S.A.L. Carte Ambientali della Pianura scala 1:25.000 - dicembre 2000 - Carta dell'Idrologia superficiale. Ad essi è stato aggiunto il tracciato fluviale, così come desumibile da analisi fotointerpretativa di foto aeree riprese nel 2001 (vedi capitolo inerente i caratteri morfologici).

Ciò che si evidenzia con immediatezza dall'analisi dell'evoluzione storica del F. Ticino, è la sostanziale stabilità del tratto compreso tra il ponte di Boffalora/ponte FS e l'insediamento la Fagiana; ampie divagazioni sono avvenute invece sia a Nord del ponte sulla S.S. n. 11, che oltre la Fagiana, verso Sud, come testimoniato anche da forme idrografiche relitte, quali lanche e canali di paleoalveo.

Rispetto all'andamento più recente tuttavia, l'alveo attuale mostra una buona corrispondenza nella posizione delle sponde, almeno nella parte centro-settentrionale, pur con notevoli modifiche nella disposizione delle barre/isle fluviali, in forte migrazione anche a seguito degli ultimi episodi alluvionali.

Per quanto riguarda le piene del F. Ticino, sono stati reperiti dati relativamente a quelle più recenti e, segnatamente, agli eventi del 1993 e del 2000. Per la prima si è fatto riferimento alla pubblicazione del Consorzio Parco del Ticino "Rapporto tra pianificazione e qualità dell'ambiente fluviale: l'esperienza del Parco del Ticino" (1998), dalla quale si evince che, per il breve tratto in esame, non sono segnalate particolari criticità e l'area di massima esondazione è stata contenuta all'interno della zona di divagazione.

Per quanto riguarda la piena dell'ottobre 2000, che risulta essere la maggiore del secolo scorso, in base alle portate calcolate alla diga della Miorina di Sesto Calende, maggiori informazioni, sia sui limiti esondati che sulle dinamiche dell'evento sono stati reperiti grazie al Consorzio del Parco del Ticino e ad alcune pubblicazioni scientifiche.

L'evento meteorico aveva avuto inizio nel bacino del Lago Maggiore (area piemontese) il giorno 12 ottobre 2000 aumentando quindi il giorno seguente con intensità orarie medie in Ossola di 15-20 mm/ora, mentre nel bacino del F. Ticino, immissario della Val Maggia e Tresa, le piogge, iniziate il giorno 11 erano proseguite sino al 16, con intensità orarie medie tra 10 e 20 mm/ora. Nel diagramma sotto riportato (tratto da "L'evento di Piena dell'ottobre 2000 sul bacino del Ticino" di Cattaneo et alii), sono raffigurati i livelli idrometrici misurati sul F. Toce a Candoglia

(picco maggiore) e sul Ticino alla traversa della Miorina di Sesto Calende.

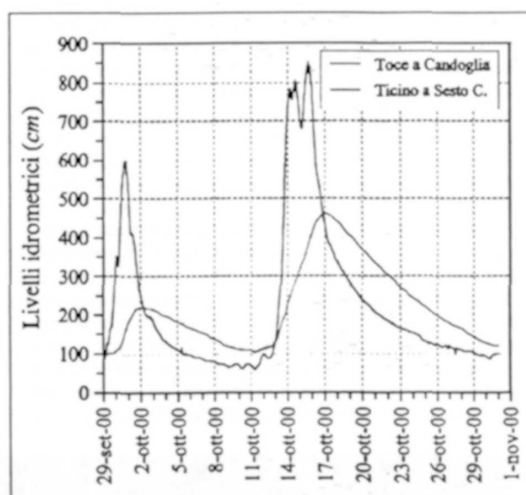


Figura 2 - Livelli idrometrici registrati a Candoglia (fiume Toce) ed a Sesto Calende (fiume Ticino).

Il picco maggiore sul F. Ticino ha avuto come innalzamento un valore di +4.62 m alle ore 1:00 del 17 ottobre che risulta il massimo per il secolo, maggiore anche di quello registrato il 15.10.1993 (+4.27 m). Il confronto tra le due sequenze, evidenzia anche che la piena lacustre è stata direttamente influenzata dalle portate affluenti dal bacino del Fiume Toce, dove sono state misurate le maggiori precipitazioni.

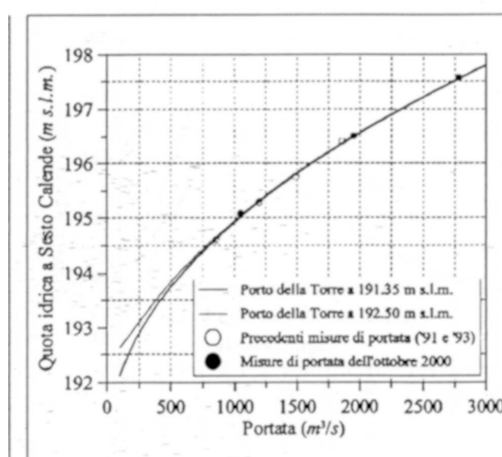


Figura 3 - Scale di deflusso attuali del fiume Ticino a Sesto Calende.

La scala di deflussi del Ticino alla Miorina illustra chiaramente il livello raggiunto nell'evento 2000 a confronto con i due eventi principali del 1991 e del 1993.

La portata al colmo, calcolata con scale di deflusso ottenute con modellazione numerica da Maione e Mignosa (1995), è risultata pari a 2844 m³/s, con un volume transitato nel periodo 12-30 ottobre pari a 2398·10⁶ m³.

La valutazione del tempo di ritorno (Cattaneo et alii, op. cit.), effettuata con analisi statistica delle serie storiche, utilizzando diverse funzioni di probabilità, indicano per il F. Toce un tempo



di accadimento di circa 40 anni e per il F. Ticino un tempo di circa 70 anni per l'evento alluvionale del 2000.

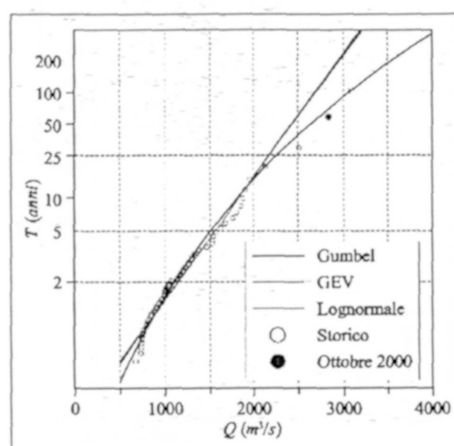


Figura 9 - Risultati dell'analisi statistica delle portate al colmo massime annue del Ticino a Sesto Calende.

La ricostruzione dei limiti di esondazione, con i dati forniti dal Consorzio Parco del Ticino, riportati in tavola 2, consente di affermare che, anche in questo evento, come per il 1993, l'ambito di esondazione rimane compreso nella fascia di divagazione storica del fiume e nel limite della fascia fluviale B del PAI; un leggero scostamento in eccesso è segnalato solo presso il ponte di Boffalora/la Fagiana, mentre risulta in difetto nella porzione meridionale, restando l'esondazione contenuta dal limite morfologico del canale del Bosco Prinetti.

Alla sezione della Miorina i deflussi del Ticino sono regolati dal 1 ottobre 1942 con una capacità massima di regolazione pari a 420 milioni di mc; la portata massima che può defluire dallo sbarramento in condizioni di massimo invaso del lago è dell'ordine di 2.000 m<sup>3</sup>/s.

Prima della realizzazione dell'opera, le portate di piena defluite erano sicuramente maggiori; la massima piena storica, del 2 ottobre 1868, è stata infatti pari a 5.000 m<sup>3</sup>/s; in merito a tale piena, all'interno del santuario della C.na Acquanera (nell'ambito della Fascia B del PAI), è presente una targa marmorea commemorativa dell'evento, con indicazione del massimo battente d'acqua raggiunto dalla piena (la foto è inserita ad integrazione delle schede delle esondazioni storiche).

I valori delle portate di piena desunte dalle serie storiche disponibili sono riportati nella seguente tabella; i dati sono desunti in parte dall'Allegato 4 "Stazioni di misura dei dati di portata massima al colmo" alla Direttiva 7 del PAI ed in parte dal Consorzio Idraulico del Ticino (dati contrassegnati da asterisco).

Si nota come, nell'ultimo ventennio il numero di piene eccezionali, con portate al colmo superiori ai 2000 m<sup>3</sup>/s, siano state ben tre (1981, 1993 e 2000).

Anno	portata (m <sup>3</sup> /s)	anno	portata (m <sup>3</sup> /s)	anno	portata (m <sup>3</sup> /s)
1921	775	1949	804	1975	1315
1922	770	1950	826	1976	1547
1923	1229	1951	1900	1977	1922
1924	1361	1952	864	1978	1173
1925	1169	1953	1370	1979	1982
1926	1927	1954	1260	1980	729
1927	1108	1955	1082	1981	<b>2139</b>
1928	1138	1956	1210	1982	1021
1929	614	1957	1330	1983	1770
1930	1057	1958	985	1984	910
1931	704	1959	830	1985	962
1932	1189	1960	1530	1986	1683 (*)
1935	1510	1961	809	1987	1473 (*)
1936	1180	1962	644	1988	1467 (*)
1937	1220	1963	1690	1989	850 (*)
1938	911	1964	862	1990	611 (*)
1939	1700	1965	1480	1991	1620 (*)
1940	1350	1966	1110	1992	960 (*)
1941	1150	1967	946	1993	<b>2560 (*)</b>
1942	1500	1968	1870	1994	1212 (*)
1943	770	1969	1010	1995	706 (*)
1944	935	1970	733	1996	1509 (*)
1945	1050	1971	732	1997	1156 (*)
1946	997	1972	1013	1998	845 (*)
1947	758	1973	1274	1999	1080 (*)
1948	1320	1974	605	2000	<b>2844 (*)</b>

*Portate massime annuali del F. Ticino alla traversa di Miorina (superficie bacino sotteso 6599 km<sup>2</sup>)*

Il secondo elemento idrografico fondamentale, tra quelli precedentemente citati, è senza dubbio costituito dal Naviglio Grande, il cui alveo, contenuto da muri di sponda in pietrame cementato, attraversa il nucleo abitato di Boffalora S.T., correndo quasi parallelamente all'orlo del terrazzo morfologico; questo corso d'acqua fornisce gli apporti necessari alla pratica delle attività agricole mediante la fitta rete di fossi e canali irrigui, rilevata sia nei settori topograficamente più elevati, che in quelli della piana del F. Ticino; questi corsi d'acqua artificiali, attraverso perdite di subalveo più o meno consistenti, contribuiscono ad alimentare la falda freatica.

Per quanto riguarda la conformazione del canale, all'interno del territorio comunale di Boffalora S.T., il Naviglio Grande risulta delimitato su entrambe le sponde da manufatti di tipologia differente:

- a partire dal confine con Bernate T. fino al ponte vecchio, le sponde del canale sono quasi interamente costituite da muri in mattoni e malta, di altezza di circa 2,0 m , talvolta interrotti da muri in pietrame e ciottoli cementati, localmente ammalorati;
- a valle del ponte vecchio, fino quasi al confine con il territorio di Magenta, in sponda destra il canale è delimitato da un muro in calcestruzzo nel nucleo abitato, a cui segue, un basso muro (altezza 1,5 m) in pietrame arrotondato cementato, quindi, più a valle, la sponda

artificiale risulta protetta al piede da una sorta di "mantellata" in pietrame arrotondato; in sponda sinistra, invece, l'alveo è delimitato da un muro di calcestruzzo (altezza 3,0 m), sulla cui sommità si sviluppa la pista ciclabile, ubicata nella fascia di sponda, larga circa 6-7 m, compresa tra l'alveo del Naviglio e il soprastante rilevato stradale.

Mentre il Naviglio Grande risulta asciutto o in magra, limitatamente ai periodi necessari per eseguire le operazioni di pulizia e di manutenzione delle strutture, corrispondenti con i mesi di marzo e settembre, la maggior parte dei canali irrigui sono asciutti durante i periodi che non necessitano delle operazioni di irrigazione dei campi.

Fanno eccezione i numerosi fossi che solcano la piana alluvionale, alimentati dalle emergenze della falda freatica e dai numerosi fontanili rilevati nel settore vallivo più prossimo al piede della scarpata principale; in questi terreni è inoltre stata osservata la presenza di taluni modesti specchi d'acqua formati per il ristagno di queste acque.

Per completezza di informazioni, nell'ambito dell'idrografia superficiale, sono stati riportati sulla tavola 2 anche i settori di pianura (olocenici) caratterizzati da risorgenza freatica o da ristagno delle acque superficiali, ricavate da specifici sopralluoghi.

#### Campi di esondazione e di sedimentazione dell'alluvione dell'ottobre 2000:

Come accennato in precedenza, con campitura retinata sono stati indicati il campo di inondazione e il campo di sedimentazione, ovvero l'area nella quale risulta prevalente l'azione di trasporto/sedimentazione di materiale preso in carico dalla corrente fluviale, relativi all'episodio alluvionale del 13-16 ottobre 2000, desunti dal rilevamento effettuato a cura dell'Ente di Gestione del Parco Naturale della Valle del Ticino.

#### Fasce fluviali PAI

In colore marrone sono state riproposte le fasce di delimitazione del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po), così come rappresentate sulle tavole di delimitazione delle fasce fluviali (Foglio 117 sezione III – Galliate Ticino).

Per ognuna delle fasce sono definite specifiche norme di uso del suolo e specifici divieti.

- la fascia A, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20%. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80% della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a 0,4 m/s;
- la fascia B, che delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una

variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo.

- la fascia C, che delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

## 7.2 DATI TRATTI DAL PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato dalla Regione Lombardia, ai sensi del D.Lgs. 152/1999 (ora D. Lgs. n. 152/2006) e della L.R. n. 26 del 12-12-2003, con D.G.R. n. 2244/2006, costituisce un atto comprensivo delle diverse discipline attinenti al tema della tutela e dell'uso della risorsa idrica e dell'ambiente ad essa interconnessa.

Il PTUA prevede la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi dei corpi idrici individuati come "significativi", per raggiungere o mantenere gli obiettivi minimi di qualità ambientale e gli obiettivi di qualità per i corpi idrici a specifica destinazione funzionale.

### \* Acque superficiali

Il territorio di Boffalora S.T. ricade nell'area idrografica di riferimento denominata Ticino sublacuale, caratterizzata da due corpi idrici significativi: Fiume Ticino e Naviglio Grande.

### FIUME TICINO

Il regime idrometrico del Ticino sublacuale è condizionato dall'azione regolatrice del Lago Maggiore, dalle cui condizioni d'invaso dipendono i ritardi dei tempi di corrivazione alla confluenza in Po. Quest'ultimo tratto del Ticino è quindi sottoposto a piene con caratteristiche idrometriche e idrodinamiche complesse.

L'Allegato 2 del P.T.U.A. contiene i risultati di alcune elaborazioni idrologiche relative al Fiume Ticino, riferite ad alcune sezioni significative; relativamente al territorio in esame, si propongono di seguito i dati riferiti alla stazione di misura ARPA, ubicata a Boffalora S.T.:

sezione	X	Y	area (km <sup>2</sup> )	Hmin (m s.l.m.)	Hmed (m s.l.m.)	Hmax (m s.l.m.)
Ticino a Boffalora S.T.	1.484.858	5.033.139	7.082	108	1.031	4.600

Per il sopra citato bacino, il P.T.U.A. fornisce una stima delle portate medie naturali; in particolare, la portata media annua naturale  $Q_{AN}$  è stata calcolata dal contributo unitario del bacino del Ticino a Golasecca riscalato mediante il rapporto tra le precipitazioni medie annue nei due bacini, risultando:

$$Q_{AN} = q_1 \cdot A_1/1000 = 43.521 \quad 7082/1000 = 308,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

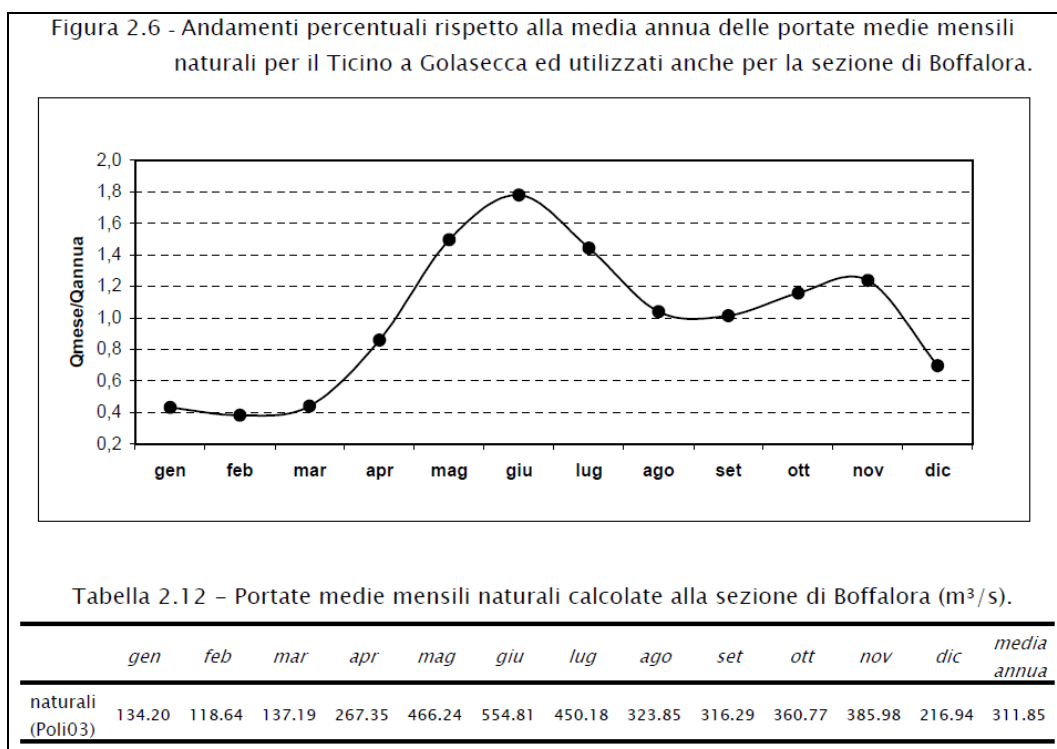
in cui  $q_1$  rappresenta il contributo unitario del Ticino a Boffalora.

A tale valore va aggiunto il contributo  $Q_F = 3,63 \text{ m}^3/\text{s}$ , dovuto all'interscambio con la falda, che in questo tratto alimenta il corso d'acqua, ottenendo così:

$$Q_{AN} = 308,22 + 3,63 = 311,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

a cui corrisponde un contributo unitario pari a  $44,04 \text{ l/s km}^{-2}$ .

Per il calcolo delle portate medie mensili corrispondenti alla portata media annua calcolata sono stati utilizzati, anche in questo caso, i rapporti rispetto alla portata media ricavati per la sezione del Ticino a Golasecca per il periodo 1921-1942.



Per la stima delle portate antropizzate sono stati analizzati gli usi principali dell'acqua all'interno del bacino per individuare eventuali spostamenti di volumi idrici da monte a valle della sezione di chiusura; in particolare sono state prese in considerazione principalmente le derivazioni a scopo irriguo, sommando o sottraendo alla portata naturale le portate derivate a monte e scaricate a valle della sezione di chiusura. Nel caso specifico, si è ottenuto il seguente valore di portata media annua antropizzata:

$$Q_{AA} = 163,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 2.12 - Andamenti percentuali rispetto alla media annua delle portate medie mensili per il Ticino a Boffalora.

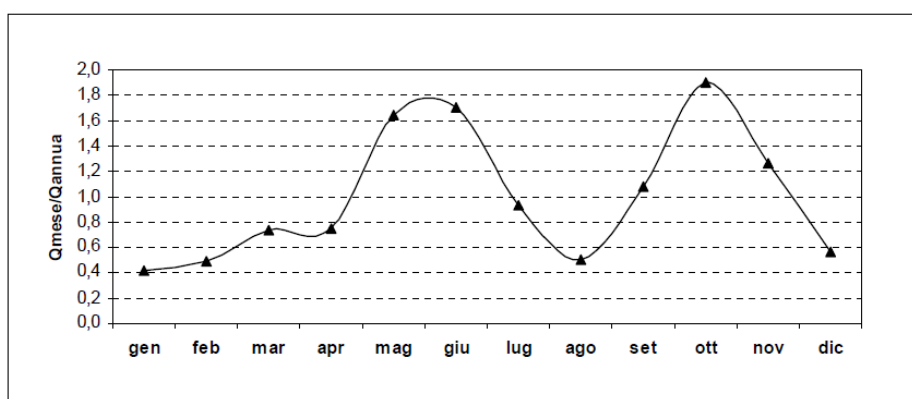


Tabella 2.22 – Portate medie mensili antropizzate calcolate alla sezione di Boffalora (m<sup>3</sup>/s).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
antropizzate	67.88	81.34	120.72	122.46	268.60	279.08	151.88	82.18	176.96	311.44	206.15	91.83	163.69

## NAVIGLIO GRANDE

Il Naviglio Grande, originariamente, era derivato dal F. Ticino a Tornavento, frazione di Lonate Pozzolo (VA); da qui defluiva in direzione SE fino ad Abbiategrasso, e poi in direzione NE fino a Milano. Con la realizzazione delle centrali idroelettriche sul Canale Industriale, è stato modificato anche il regime idraulico del Naviglio Grande.

Attualmente, il Naviglio ha di fatto origine a Turbigo, dove l'ultima centrale idroelettrica del Canale Industriale scarica le acque turbinate nel Naviglio Grande; l'acqua del Naviglio viene in parte utilizzata per il raffreddamento della centrale termoelettrica di Turbigo e da qui in poi viene progressivamente distribuita alle utenze irrigue.

Il Naviglio Grande, dal ponte Turbigo fino alla darsena di Porta Ticinese a Milano, ha una lunghezza di 43 km.

Per quanto riguarda la geometria del canale, il Naviglio Grande è caratterizzato da una sezione rettangolare, di larghezza decrescente procedendo dalla presa verso Milano: da una larghezza di oltre 25 m a Turbigo, raggiunge una larghezza di 16 m a Milano.

In generale, nel tratto di monte (circa fino a Boffalora Sopra Ticino) le sponde sono prevalentemente naturali; più a valle, le sponde sono invece quasi sempre rivestite in mattoni, in pietrame e malta, o, a seguito di recenti interventi di manutenzione, in calcestruzzo. Questa configurazione prosegue fino a Milano.

La pendenza media del canale risulta dell'ordine dello 0,15%.

Per quanto riguarda le portate derivate, dal Catasto Regionale delle Utenze Idriche, risultano i seguenti valori medi mensili.

Tabella 2.18 – Portate medie mensili e media annua derivata e/o concessa per i canali irrigui a disposizione per il bacino del Ticino (m<sup>3</sup>/s).

Nome	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua derivata	media annua da concessione
Naviglio Grande	35	35	35	64	64	64	64	64	64	35	35	35	-	49,54

*\* Acque sotterranee*

Il territorio di Boffalora S.T. è inserito nel bacino idrogeologico di pianura n. 3 Ticino-Adda.

Il bacino è delimitato dal Fiume Ticino a Ovest, dal Fiume Po a Sud, dal Fiume Adda a Est e dalla comparsa dei primi corpi morenici delle province di Como, Lecco e Varese a Nord.

La seguente figura, ripresa dall'Allegato 3 del PTUA, illustra il bacino 3 Adda - Ticino ed i relativi settori in cui è stato suddiviso.

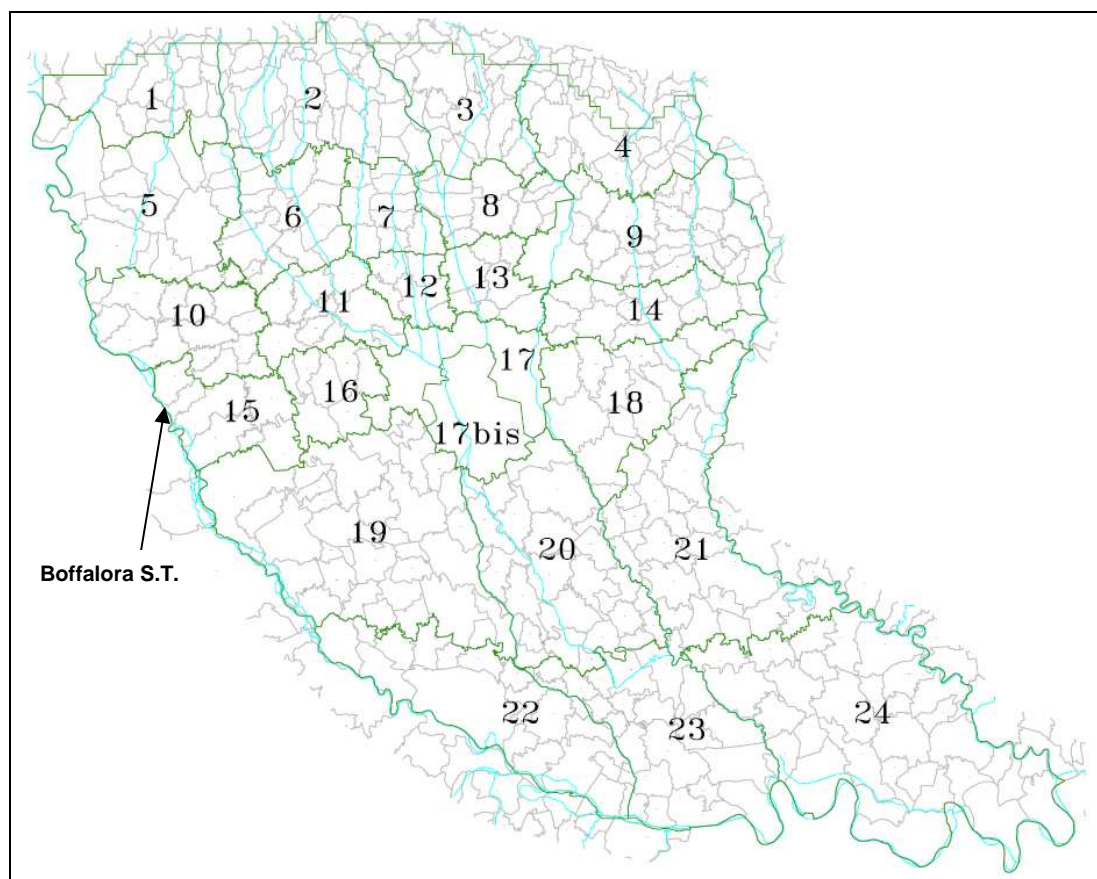


Figura 7.1 – Bacino idrogeologico n. 3 Ticino-Adda relativi settori

Le principali caratteristiche del settore 15, nel quale rientra il territorio di Boffalora S.T., per quanto riguarda gli aspetti descrittivi e gli aspetti quantitativi, sono riassunte nelle seguenti schede desunte dall'Appendice 1 dell'Allegato 3 del P.T.U.A. "Schede sintetiche dei bacini idrogeologici di pianura e relativi settori".

SETTORE 15			
Il settore in esame si ubica in corrispondenza della media pianura, a quota compresa tra 140 m s.l.m. a Nord e 120 m s.l.m. a Sud, collocandosi nella parte occidentale dell'area di studio. Il limite occidentale è definito dal fiume Ticino, quello orientale dai confini comunali.			
Superficie:	98.9 km <sup>2</sup>		
Elenco dei comuni:	Albairate Bernate Ticino Boffalora sopra Ticino	Cassinetta di Lugagnano Corbetta Magenta	Robecco sul Naviglio
Acquifero tradizionale:	differenziato.		
Base acquifero tradizionale:	tra 30 e 0 m s.l.m.. circa 120 dal piano campagna		
L'orizzonte di separazione tra la falda superficiale e la falda confinata dell'acquifero tradizionale risulta compreso all'incirca tra le quote di 90 e 70 m s.l.m..			
Tramissività media	4 · 10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s		
Piezometria:	120-160 m s.l.m.		
Oscillazione del livello piezometrico (1993-1997)			
Stazione di	Robecco sul Naviglio		

SETTORE 15			
Prelievo medio areale		7.07	l/s · km <sup>2</sup>
Elementi del bilancio idrico:			
Entrate:			
Afflusso della falda da monte	Settore n. 10	2,21	(m <sup>3</sup> /s)
Infiltrazione (piogge efficaci + irrigazioni)		2,16	(m <sup>3</sup> /s)
TOTALE		4,37	(m <sup>3</sup> /s)
Uscite:			
Deflusso della falda verso valle	Settore n. 19	0,83	(m <sup>3</sup> /s)
Deflussi laterali della falda	Settore n. 16	0,34	(m <sup>3</sup> /s)
Prelevi da pozzo		0,70	(m <sup>3</sup> /s)
Fontanili		0,40	(m <sup>3</sup> /s)
Drenaggio del fiume Ticino		2,10	(m <sup>3</sup> /s)
TOTALE		4,37	(m <sup>3</sup> /s)
Classe Quantitativa:		A	
(Prelevi/Ricarica = 0,32)		Situazione attuale di compatibilità tra disponibilità ed uso della risorsa. Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili e sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo.	
Classificazione livello di falda		3	
Classificazione stato quantitativo secondo D.Lgs. 152		A	



Il P.T.U.A., nell'Allegato 10 "Definizione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari", ha predisposto la rappresentazione della vulnerabilità integrata della Regione Lombardia (Figura 7.2).

Secondo quanto indicato nella tabella C – Appendice D delle Norme Tecniche di Attuazione del P.T.U.A. e nella "Carta della Vulnerabilità da nitrati", dove vengono individuate in colore rosso le aree vulnerabili da carichi zootecnici, in colore blu le aree vulnerabili da carichi di prevalente origine civile e in colore giallo le aree di attenzione (in quanto presentano almeno uno dei fattori predisponenti la vulnerabilità), il territorio di Boffalora S.T. ricade entro le "zone di attenzione".



Fig. 7.2 – Estratto della Tav. 8 – Individuazione delle zone vulnerabili

## **8. CARTA DI CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO E DEL PRIMO SOTTOSUOLO**

Nella tavola 3, redatta in scala 1:10.000 sulla base della Carta Tecnica Regionale, sono rappresentati i complessi litologici superficiali omogenei, distinti sulla base della sopra citata Carta delle Unità Litologiche dell'E.R.S.A.F., la cui classificazione è stata integrata ed ampliata con dati litostratigrafici puntuali ricavati sia mediante l'esecuzione di rilievi in sito, sia mediante la consultazione di specifiche indagini geologico-tecniche eseguite sul territorio comunale, contenenti informazioni circa l'andamento litostratigrafico.

In particolare, si è fatto riferimento:

- al lavoro svolto dal dott. geol. A. Nardo, a supporto della redazione del P.R.G. (1995, op. cit.), che aveva comportato l'esecuzione di una serie di pozzetti esplorativi, con prelievo di campioni ed esecuzione di prove granulometriche;
- alle colonne stratigrafiche relative ai pozzi idrici presenti nel territorio comunale di Boffalora S.T.;
- alle risultanze di indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche SCPT), svolte a supporto di alcuni interventi edificatori privati (realizzati e/o in corso di realizzazione) e di alcune caratterizzazioni di suolo.

L'ubicazione dei suddetti punti di sondaggio/prova sono rappresentati nell'elaborato cartografico (tavola 3) e le relative risultanze vengono proposte negli allegati tecnico-grafici (elaborato GEO1 bis).

Di ciascun gruppo è stata effettuata una preliminare caratterizzazione geologico-tecnica e geotecnica, sulla base delle osservazioni dirette e dei dati disponibili.

Data la variabilità tessiturale dei materiali, si è preferito definire, per i diversi gruppi identificati, un "range" di valori piuttosto che attribuirne loro uno specifico; è chiaro che, in questa fase, l'intervallo di valori attribuito alle differenti litologie riconosciute, vuole essere solo indicativa della qualità generale dei terreni ed è stato utilizzato quale elemento concorrente alla realizzazione della zonizzazione geologico-tecnica del territorio.

Come valori di riferimento è stata utilizzata la tabella di M. Jamiolkowsky e E. Pasqualini "*Valori orientativi dei parametri che caratterizzano la curva sforzi-deformazioni di forma iperbolica – primo carico*", opportunamente integrata con alcuni dati puntuali ricavati da indagini geotecniche in sito effettuate da altri professionisti, consultati presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

Si precisa che i dati geotecnici così raccolti, non esimono dal rispetto delle prescrizioni dei D.M. 14-01-2008 e 11-03-1988; analisi puntuali dovranno, dunque, essere intraprese a livello di singolo lotto edificatorio, al fine di individuare la precisa parametrizzazione geotecnica da utilizzare in fase di progettazione esecutiva.

### 8.1 COMMENTO ALLA CARTA (TAVOLA 3)

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni, elaborando i dati a disposizione, il territorio comunale è stato suddiviso in quattro grandi gruppi litotecnici.

#### *Sabbie con ghiaia (SP) e ghiaie sabbiose (GP) poco gradate*

Caratterizzano l'ambito di divagazione storica del fiume Ticino, dove prevalgono le facies alluvionali con sedimenti a tessitura prevalentemente grossolana; la parametrizzazione geotecnica di riferimento prevede un angolo di attrito interno (di picco) compreso tra 33° e 49° per le sabbie e 34° e 49° per le ghiaie, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 30° e 35° ed un peso di volume di 1.8 t/m<sup>3</sup>. La coesione viene considerata nulla.

#### *Sabbie poco gradate debolmente limose (SP – SM) e ghiaie sabbiose poco gradate (GP)*

In questa unità sono stati riuniti i depositi tardo olocenici caratterizzati da una granulometria medio-grossolana, relativi a facies sedimentarie in ambiente fluviale s.l.: si tratta in prevalenza di ghiaie e ciottoli, da poco a mediamente arrotondati, in matrice sabbiosa più o meno abbondante e di sabbie poco gradate con percentuale fine modesta. A questi depositi può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa 33° ÷ 49° (SP), 29° ÷ 38° (SM) e 34° ÷ 49° (GP), angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 26° e 35°, coesione nulla e peso di volume di 1.8÷1.9 t/m<sup>3</sup>.

#### *Ghiaie sabbiose poco gradate (GP) e ghiaie ben gradate con limo e sabbia (GM)*

Caratterizzano il settore di fondovalle a ridosso della scarpata principale, con sedimenti olocenici e tardo pleistocenici. Si tratta di materiale a granulometria prevalentemente grossolana e comunque eterogenea, ai quali è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco molto variabile (34° ÷ 49° per GP e 30° ÷ 38° per GM), in relazione alla quantità di matrice fine presente, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 28° e 35°, una coesione nulla ed un peso di volume pari a 1.8÷2.0 t/m<sup>3</sup>.

#### *Ghiaie sabbiose poco gradate (GP)*

Caratterizzano la parte di territorio di Boffalora S.T. posta a Nord della scarpata morfologica; esse sono costituite da ghiaie e sabbie con ciottoli non alterati o poco alterati, talora con sporadiche intercalazioni sabbiose o sabbioso-limose. A questi depositi può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa 34° ÷ 49°, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 30° e 35°, coesione cautelativamente nulla e peso di volume di 1.9÷2.2 t/m<sup>3</sup>.

Come precedentemente affermato, nell'elaborato GEO 1bis vengono riportati in dettaglio i risultati di alcune prove penetrometriche dinamiche (SCPT) effettuate nel territorio comunale di Boffalora S.T. da parte di altri professionisti, che investigano quasi totalmente le unità individuate.

Dall'analisi di tali risultati, confrontati con quelli delle colonne stratigrafiche dei pozzi, si evince con immediatezza la presenza generalizzata di sedimenti grossolani, almeno nelle porzioni più superficiali delle colonne litostratigrafiche, con locali, sporadiche e sottili intercalazioni di sedimenti fini limoso-sabbiosi.

Dal punto di vista granulometrico, si riportano i dati delle prove granulometriche, effettuate dal dott. geol. A. Nardo (op. cit.) su campioni prelevati nei pozzetti esplorativi, la cui ubicazione è stata rappresentata nella tavola 3.

Si ottengono le seguenti parametrizzazioni di massima dei terreni, utilizzate per la classificazione dei complessi litotecnici omogenei, sopra descritti:

CAMPIONE	PROFONDITA'	UNI-CNR	USCS	$\phi$ (JAMOLKOWSKY)
A1	2.7 m	A1-b	GP	34°49°
B1	2.7 m	A1-a	GP	34°49°
C1	2.0 m	A1-a	GP	34°49°
C2	2.8 m	A1-b	SP	33°49°
D1	2.1 m	A1-b	SP	33°49°
E1	2.3 m	A1-a	GW	32°53°
F1	2.2 m	A1-b	SP	33°49°
G1	2.0 m	A3	SP-SM	29°49°
G2	2.7 m	A1-a	GW	32°53°
H1	2.6 m	A2-6	SC	29°38°
H2	2.9 m	A1-a	GW	32°53°
I1	1.5 m	A1-b	SP	33°49°
L1	0.8 m	A1-a	GP	34°49°
M1	0.65 m	A1-a	GW	32°53°

Oltre alle unità litotecniche, di origine naturale, sopra delineate, nell'elaborato cartografico sono stati rappresentati anche i depositi di origine antropica, costituiti:

- da un deposito di fanghi di risulta della lavorazione della carta, provenienti dalla cartiera, ubicato al margine orientale della zona industriale, lungo Via Ponte Nuovo; l'area è stata oggetto di un intervento di messa in sicurezza permanente, ai sensi del D.M. 471/1999 e s.m.i., con intervento certificato dalla Provincia di Milano – Assessorato Ambiente.
- da un ritombamento di cava, costituito da un vecchio accumulo di RSU (rifiuti solidi urbani), per uno spessore medio di 3 m, in fase di mineralizzazione, superficialmente bonificato e ricoperto con uno strato di terreno agrario, per circa 60-70 cm.



Un altro aspetto con influenze sulla caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni è la presenza di falda freatica prossima alla superficie, la cui soggiacenza, in alcune aree, è  $< 2$  m da p.c. A completamento della trattazione fatta al precedente capitolo 7, vengono, a questo proposito, presentati due estratti delle carte relative alla soggiacenza della falda freatica, riferite rispettivamente al marzo 2010 ed al settembre 2010, redatte dalla Provincia di Milano – Sistema Informativo Falda.

Sebbene a scala provinciale, le due carte forniscono una indicazione generale dell'andamento stagionale freatico, in relazione a problematiche di capacità portante del suolo per nuove edificazioni.

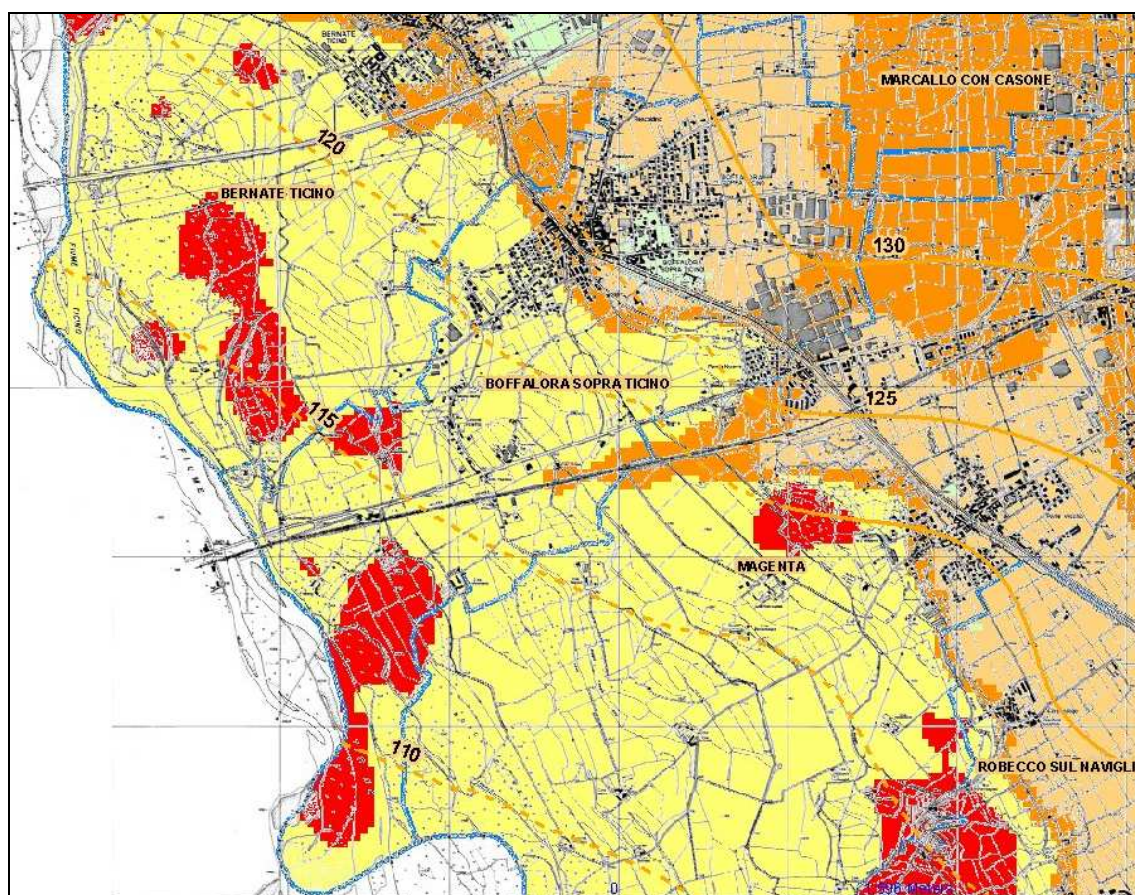


Fig. 8.1 – Piezometria e soggiacenza della falda freatica – marzo 2010



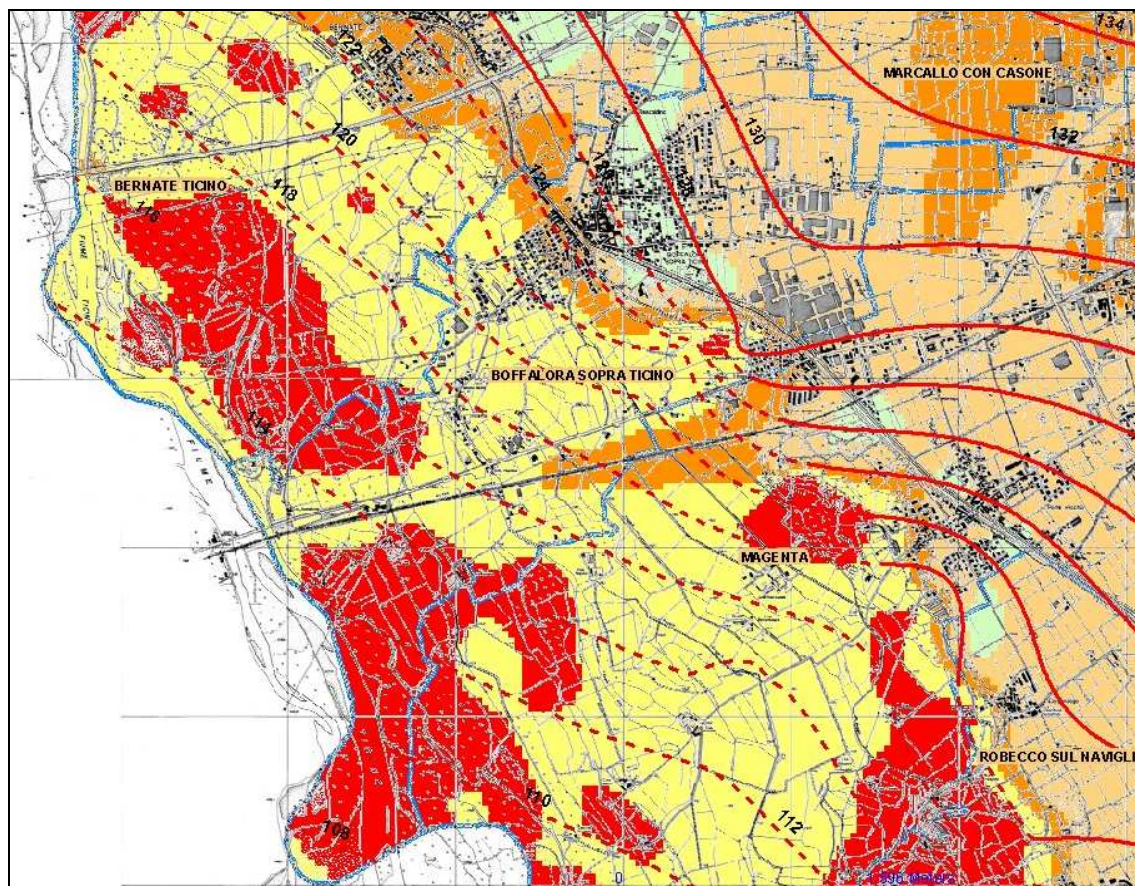


Fig. 8.2 – Piezometria e soggiacenza della falda freatica – settembre 2010



## 9. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO E CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

### 9.1 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA

Il nuovo Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, fu istituito con D. L. n. 381 del 29-09-1999; l'Istituto, attualmente uno dei più grandi Enti di ricerca europei nel settore delle ricerche geofisiche, sismologiche e vulcanologiche è formato da sette sezioni ed un centro nazionale localizzati in cinque sedi di ricerca principali (Roma, Milano, Catania, Palermo, Napoli) ed include anche due Gruppi Nazionali (il GNDT ed il Gruppo Nazionale di Vulcanologia).

Essendo un istituto nato dalla convergenza di vari Gruppi ed Enti preesistenti, molte delle informazioni reperibili dalla consultazione del sito web ufficiale, riprendono e rielaborano i dati precedentemente raccolti dai singoli Gruppi nazionali (GNDT e GNV).

Dall'esame delle banche sismiche nazionali raccolte dall'INGV, non risultano specifiche segnalazioni di eventi sismici con epicentro a Boffalora S.T.; in particolare, il territorio comunale in esame non compare nel Database Macrosismico Italiano (DBMI), aggiornato al 2002, che rende disponibili i dati di 5325 località con almeno 3 osservazioni di eventi sismici.

Per valutare le caratteristiche sismiche dell'area, sono stati esaminati gli eventi sismici che indirettamente hanno interessato storicamente il comune di Boffalora S.T., aventi epicentri in luoghi differenti, ad una distanza non superiore a 60 km da Boffalora S.T. e registrati nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani storici - CPTI (eventi dal 217 a.c. al 2002 d.c.).

Località	Anno	Mese	Giorno	Intensità max x10 (Scala MCS)	Magnitudo momento (con errore associato)	Magnitudo onde sup. (con errore associato)	Numero d'ordine catalogo CPTI
Monza	1396	Novembre	26	75	5.37 (0.3)	5.1 (0.45)	121
Oggiono	1887	Maggio	20	55	4.63 (0.13)	4 (0.2)	1131
Somma Lombardo	1895	Novembre	2	55	4.63 (0.13)	4 (0.2)	1245
Lodi	1918	Gennaio	13	45	4.86 (0.14)	4.34 (0.21)	1664
Trezzo sull'Adda	1979	Febbraio	9		5.03 (0.18)	4.6 (0.27)	2396

Per i dati successivi al 2002, è stato quindi consultato il Bollettino Sismico Italiano, parte di ISIDE - "*Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE*", ricercando eventi accaduti ad una distanza non superiore a 60 km da Boffalora S.T., con Magnitudo Locale  $ML \geq 4.0$ ; con tali parametri di ricerca, il Bollettino non ha registrato alcun evento.

## 9.2 APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI SISMICI

Come accennato in premessa, in accordo con la classificazione sismica del territorio di Boffalora S.T. (Zona Sismica 4) e con le indicazioni delle DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616, è stato condotto l'approfondimento dell'analisi sismica.

La metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente, la cui obbligatorietà è definita dalla tabella riportata dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, qui proposta:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzabile e 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.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Il primo livello, è obbligatorio per tutti i Comuni, il secondo livello, per i territori in zona sismica 4, è obbligatorio solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), mentre il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione, per gli scenari indagati con il secondo livello e caratterizzati da particolari effetti di amplificazione.

## 9.3 PRIMO LIVELLO: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Il primo livello della fase pianificatoria, prevede uno studio di carattere qualitativo finalizzato alla perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (geologiche e geomorfologiche) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Partendo dagli elementi rappresentati sulle altre carte tematiche e dai dati sensibili in merito alla risposta sismica, sulla Tavola 4, redatta in scala 1: 10.000 su base C.T.R., sono stati quindi rappresentati i vari scenari della pericolosità sismica locale, in base agli elementi (areali e lineari), caratteristici delle diverse situazioni tipo, presenti nel territorio di Boffalora S.T., sulla base delle indicazioni fornite dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 alle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, qui di seguito riportata:



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

Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale

Nell'ambito del territorio comunale, sono state riconosciute e cartografate 3 zone:

- Z2:** elemento areale, rappresentato da una ex area di cava, il cui vuoto è stato utilizzato come discarica di RSU (zona Folletta); tale area successivamente è stata ricoperta con materiali inerti e superficialmente con una coltre di terreno vegetale; il secondo elemento areale è costituito da una ristretta area adibita allo stoccaggio di fanghi di lavorazione (Cartiera Reno - De Medici), la quale è stata oggetto di un intervento di messa in sicurezza permanente, certificato dall'Assessorato Ambiente della Provincia di Milano;
- Z3a:** elemento lineare; porzione della scarpata morfologica principale, di raccordo tra il terrazzo superiore (Pleistocene) ed inferiore (Olocene), nell'intorno degli impianti sportivi; oltre alla citata scarpata morfologica, non sono stati rilevati altri elementi topografici in grado di focalizzare od amplificare le onde sismiche;
- Z4a:** elemento areale; è la zona predominante, rappresentata dai depositi fluviali della pianura alluvionale terrazzata (Pleistocene superiore ed Olocene), solitamente costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie.

Nell'ambito della Zona Z4a, è stata valutata qualitativamente la possibilità di fenomeni di liquefazione, laddove la falda è piuttosto superficiale rispetto al piano campagna (pianura alluvionale dell'Olocene); tali fenomeni, che comporterebbero una riclassificazione in Zona Z2, si verificano in sedimenti saturi a granulometria fine, laddove la compattazione connessa alle vibrazioni può incrementare la pressione dell'acqua nei pori: tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore

è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. In base all'assetto litostratigrafico ed alle granulometrie di questo ampio settore del territorio di Boffalora S.T., costituite da (vedi Tav. 3) *"ghiaie sabbiose poco gradate e ghiaie ben gradate con limo e sabbia"*, *"sabbie poco gradate debolmente limose e ghiaie sabbiose poco gradate"* e *"sabbie poco gradate con ghiaia e ghiaie sabbiose poco gradate"*, la granulometria di questi depositi, generalmente poco fine, risulta poco compatibile con i fenomeni di liquefazione. Youd e Perkins (1978) hanno inoltre fornito un'indicazione qualitativa di massima del grado di vulnerabilità di un terreno (variabile da molto bassa a molto alta), basandosi sul tipo di deposito sedimentario e sulla sua età, in quanto i depositi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti: alle pianure alluvionali dell'Olocene (ovverosia quelle in esame), corrisponde una bassa probabilità di liquefazione: per quanto detto, si conferma la classificazione Z4a.

#### 9.4 SECONDO LIVELLO: CARATTERIZZAZIONE SEMIQUANTITATIVA

Il secondo livello di indagine, per i territori comunali classificati in Zona 4, si applica a tutti gli scenari qualitativi, suscettibili di amplificazioni sismiche di tipo Z3 (morfologiche) e Z4 (litologiche), ma solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione.

Il d.d.u.o. n. 19904/03, elenca tra gli "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*), gli edifici destinati a sedi di Amministrazioni Regionali, Provinciali, Comunali e di Comunità Montane; le strutture (non di competenza statale) individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze; i centri funzionali di protezione civile; gli edifici individuati per la gestione dell'emergenza; gli ospedali e le strutture sanitarie dotate di pronto soccorso o dipartimenti di emergenza; le sedi AUSL e le centrali operative del 118.

Tra gli "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*), rientrano gli asili nido e le scuole; le strutture ricreative, sportive e culturali; gli edifici aperti al culto; le strutture sanitarie o socio/assistenziali con ospiti non autosufficienti; gli edifici aperti al pubblico, destinati all'erogazione di servizi e suscettibili al sovraffollamento; i punti sensibili (ponti, gallerie) situati lungo strade "strategiche" provinciali e comunali non comprese tra la "grande viabilità"; le stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale; i porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale, individuati nei piani di emergenza; le strutture non di competenza statale connesse a produzione trasporto e distribuzione di energia elettrica o materiali combustibili; le strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali o con i servizi di comunicazione; le strutture industriali, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi; le opere di competenza regionale.

Le previsioni urbanistiche del PGT, riportano, tra le altre cose, talune previsioni di carattere pubblico (attrezzature civiche ed attrezzature scolastiche), individuate cartograficamente nella Tav. 4, che rientrano negli "edifici rilevanti" di cui al citato d.d.u.o. n. 19904/03; il Documento degli Indirizzi Strategici del PGT, riporta, inoltre, diverse previsioni edificatorie produttive, ricadenti nell'ambito Z4a e tuttora inattuata e che, nel caso di impianti con stoccaggio di prodotti insalubri, rientrerebbero anch'esse nel caso degli "edifici rilevanti".

Tali previsioni ricadono in uno scenario di pericolosità sismica locale del tipo Z4a (*Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*), che può determinare amplificazione degli effetti di tipo litologico e, pertanto, vanno verificate con il 2° livello di analisi, in base alla caratterizzazione semiquantitativa (All. 5, DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616).

L'approccio (procedura semplificata) fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ), riferito agli intervalli di periodo ( $T$ ) tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. I due intervalli di periodo sono stati scelti in funzione delle tipologie edilizie presenti sul territorio lombardo: il primo intervallo si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, il secondo a strutture più alte e flessibili.

Per le aree Z4 (effetti litologici), la procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente;
- stratigrafia del sito;
- ricostruzione dell'andamento delle  $V_s$  in funzione della profondità;
- spessore e velocità di ciascuno strato;
- sezioni geologiche per la creazione di un modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

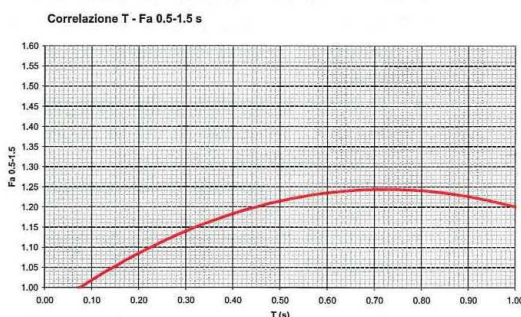
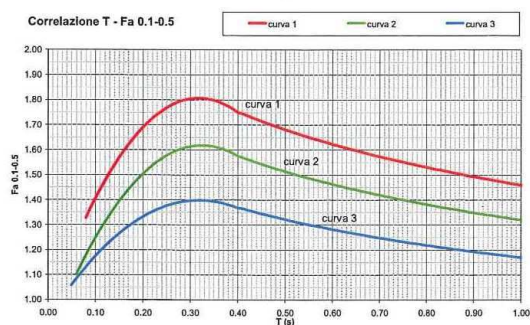
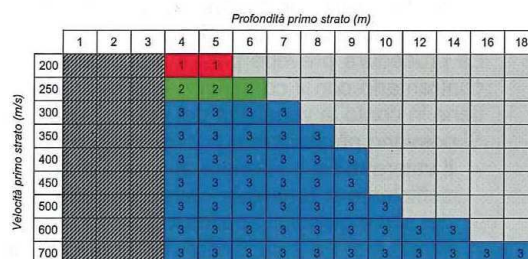
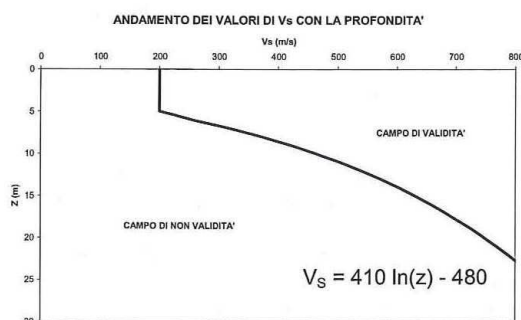
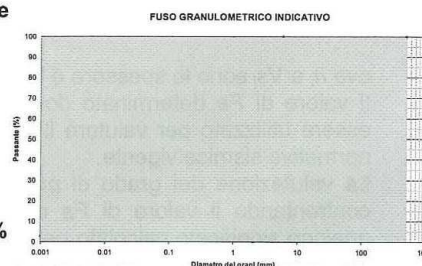
Sulla base delle conoscenze stratigrafiche, geognostiche e geotecniche dei terreni presenti, si individua la litologia prevalente e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento riportata nelle DD.GG.RR. di riferimento; all'interno della scheda di valutazione, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, si sceglie la curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  negli intervalli di  $T$  0.1÷0.5 s e 0.5÷1.5 s, laddove  $T$  rappresenta il periodo proprio del sito, funzione dello spessore  $h_i$  e della velocità  $V_{s_i}$  dello strato  $i$ -esimo del modello, secondo la seguente equazione:

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

### PARAMETRI INDICATIVI

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

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



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

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



Non si possono comunque escludere situazioni locali, in cui la litologia prevalente, sia data da sabbie (categoria C secondo quanto previsto dall'O.P.C.M. n. 3274); di seguito, viene riportata la Scheda di cui all'Al. 5 delle DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616.

### EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

#### PARAMETRI INDICATIVI

##### GRANULOMETRIA:

Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

##### NOTE:

Comportamento granulare

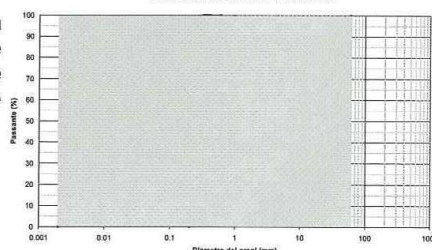
Struttura granulo-sostenuta

Clasti con  $D_{max} > 20$  cm inferiori al 15%

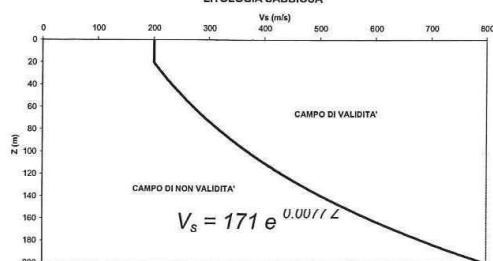
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%

Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE  $V_s$  CON LA PROFONDITA'  
LITOLOGIA SABBIOSA



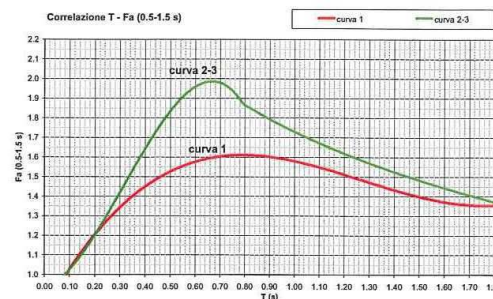
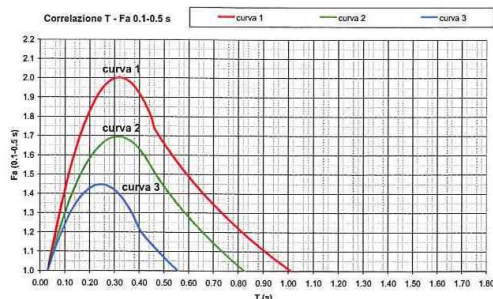
		Profondità primo strato (m)																	
		1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110
Velocità primo strato (m/s)	200	2	2	1-2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	250	2	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	300	2	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	350	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	800	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ove  
la sigla NA indica  $Fa = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1

**CONDIZIONE:** strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media  $V_s$  minore o uguale a 300 m/s poggianti su strato con velocità maggiore di 500 m/s

$V_s < 300$ m/s	0
$V_s > 500$ m/s	5 - 12 m



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 0.57 T^2 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $Fa_{0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 1.76 - 0.61 \ln T$

I valori di  $F_a$  ottenuti dalle schede di valutazione, vengono confrontati con un parametro analogo, calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E), per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie\_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito; per il comune di Boffalora S.T., i valori-soglia sono:

Intervallo	0.1 s $\leq$ T $\leq$ 0.5 s			
Valori soglia	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
	1.4	1.8	2.2	1.9
Intervallo	0.5 s $\leq$ T $\leq$ 1.5 s			
Valori soglia	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
	1.7	2.4	4.1	3.0

Da tale confronto risulta pertanto che, nel caso di:

- a) per l'intervallo di T compreso tra 0.1 s e 0.5 s, (sia nel caso di litologia ghiaioso-sabbiosa, che nel caso di litologia sabbiosa), non è possibile effettuare una valutazione del valore di  $F_a$  in quanto non è noto l'andamento delle Vs. Conseguentemente, nel caso di strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, per le aree destinate ad ospitare strutture strategiche e rilevanti (ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03) sarà necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello - esecuzione di adeguate indagini geofisiche specifiche finalizzate al calcolo di  $F_a$ ) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
  - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
  - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- b) per l'intervallo di T compreso tra 0.5 s e 1.5 s, indipendentemente dal tipo di litologia, si osserva dai grafici che il valore massimo di  $F_a$  è sempre inferiore al valore di soglia, pertanto, la normativa nazionale vigente (D.M. 14-01-2008) è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e, quindi, si applica lo spettro previsto dalla normativa.

## 10. CARTA DEI VINCOLI

Nella Carta dei Vincoli (Elab. Geo7), redatta in scala 1: 2.000, sono stati rappresentati i limiti delle aree sottoposte a vincolo, sulla base di normative nazionali, regionali, provinciali e consortili, qui di seguito sintetizzate.

### 10.1 AREE DI SALVAGUARDIA DEI FONTANILI E DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

#### 10.1.1 Fontanili

In carta sono stati individuati i fontanili, riportando le relative Fasce di rispetto, definite sia ai sensi delle N.T.A del P.T.C.P. di Milano (art. 34 comma 3 lett. a - fascia di rispetto di ampiezza pari a 25 m, 50 m per la C.na Bacino), sia ai sensi delle N.T.A. del P.T.C. del Parco Naturale Valle del Ticino (art. 16.5.1 - fasce di rispetto con raggio 200 m).

#### 10.1.2 Captazioni ad uso idropotabile

L'art. 94 del D.Lgs. n. 152/2006 "Norme in materia ambientale" riguarda la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e definisce la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto delle opere di captazione a scopo idropotabile.

*Comma 3: la Zona di Tutela Assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.*

*Comma 4: la Zona di Rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.*

*Comma 6: in assenza di diversa individuazione da parte delle Regione della zona di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.*

Per quanto concerne i tre pozzi idropotabili, che alimentano l'acquedotto comunale di Boffalora S.T., si precisa quanto segue.

#### Pozzo n. 5 di Viale Industria

Lo scrivente ha sviluppato, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Boffalora S.T., uno "Studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale" (ottobre 2004), finalizzato alla ridefinizione delle aree di salvaguardia del pozzo di Viale Industria, mediante l'applicazione del cosiddetto "criterio temporale", ai sensi della D.G.R. 10-04-2003, n. 7/12693 "Decreto legislativo 11



*maggio 1999 n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano".*

Il criterio cronologico sceglie una dimensione da attribuire alla zona di rispetto corrispondente al tempo impiegato dal flusso idrico per compiere un certo percorso ("tempo di sicurezza"); periodi di tempo elevati consentono una maggior diluizione-dispersione-depurazione dell'inquinante e permettono di predisporre interventi di disinquinamento.

Nel caso specifico, sulla base dei parametri idrogeologici dell'acquifero captato, stimati mediante prove di pompaggio, ed in funzione della vulnerabilità dell'acquifero, è stato possibile ricostruire l'andamento della curva isocrona con tempo di sicurezza 60 giorni, che è stata assunta come Zona di Rispetto, avente le seguenti dimensioni:

- raggio di monte = 50 m;
- raggio di valle = 34 m;
- raggio laterale = 42 m.

La Zona di Tutela Assoluta coincide con il mappale di pertinenza del pozzo, opportunamente recintato.

Tale proposta di ridefinizione è stata approvata con Autorizzazione Dirigenziale n. 89/2005 del 21-04-2005 emessa dalla Provincia di Milano – Settore Risorse Idriche e Cave, con la prescrizione della realizzazione di un piezometro di controllo a monte, lungo l'isocrona dei 60 giorni.

Tale manufatto è stato effettivamente realizzato, nella posizione indicata nella Carta geoidrologica, nell'ambito della banchina stradale, e gestito da A.S.M. s.r.l., ente gestore del servizio acquedottistico, a cui è subentrata dal 01-11-2011 la società Amiacque s.r.l.

#### Pozzi n. 3 e 4 di Piazza Italia

Lo scrivente ha effettuato, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Boffalora S.T., uno "Studio idrogeologico" (maggio 2010), finalizzato alla ridefinizione delle aree di salvaguardia dei pozzi di Piazza Italia, mediante l'applicazione del cosiddetto "criterio idrogeologico", ai sensi della D.G.R. 10-04-2003, n. 7/12693 *"Decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano"*.

Poichè entrambi i pozzi sono stati approfonditi nel 2000 fino a circa 200 m dal p.c., e sono stati cementati i tratti che filtravano la falda freatica, è stato possibile ritenere che tali pozzi emungano da un acquifero protetto, secondo la definizione riportata al punto 2.1 dell'Allegato alla D.G.R. 27-06-1996 n. 6/15137 (*"acquifero idraulicamente separato dalla superficie o dalla falda freatica, o comunque da una falda sovrastante da uno o più corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica (indicativamente non superiore a  $10^{-8}$  m/s) aventi uno spessore complessivo dell'ordine di una decina di metri ed una adeguata continuità laterale*

(indicativamente dell'ordine di 200 m di raggio attorno al punto di captazione), rilevati mediante indagini nel sottosuolo, prove di pompaggio, prove idrochimiche, ecc.”); pertanto, risulta applicabile il sopra citato criterio, secondo il quale è possibile far coincidere la Zona di Rispetto con la Zona di Tutela Assoluta.

La suddetta proposta, inviata all'ATO 1 di Milano ed alla Provincia di Milano, Settore Risorse Idriche, Servizio Acque Sotterranee, ha ricevuto Parere favorevole dall'A.S.L. Milano 1 con nota del 09-02-2011, prot. n. 1101Q/AB ed è stata valutata positivamente dall'ATO, con nota del 15-07-2010, prot. n. 143009.

Allo stato attuale, il Comune di Boffalora S.T. è in attesa che si concluda l'iter di approvazione con l'emissione del provvedimento autorizzativo finale da parte dell'ATO 1 e della Provincia di Milano.

All'interno delle Aree di Salvaguardia sopra illustrate, e rappresentate nella Tavola 5, valgono i dettami del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., art. 94, commi 3 e 4.

#### *10.2 FASCE DI RISPETTO DEL RETICOLO IDRICO*

Il reticolo idrico sviluppatosi nel territorio comunale di Boffalora Sopra Ticino, è stato individuato e riportato nell'elaborato grafico, distinguendolo in base alle disposizioni della D.G.R. n. IX/2762 del 22-12-2011:

- reticolo idrico principale, di competenza dell'Autorità di Bacino del F. Po e della Regione Lombardia;
- reticolo idrico minore, di competenza del Consorzio di Bonifica Est Ticino – Villoresti;
- reticolo idrico minore di competenza comunale;
- reticolo idrico minore privato.

##### 10.2.1 Reticolo idrico principale - Fasce fluviali

L'unico corso d'acqua nel territorio comunale di Boffalora Sopra Ticino, facente parte del Reticolo Idrico Principale (All. A alla D.G.R. n. IX/2762), è costituito dal F. Ticino.

In colore marrone sono state riproposte le fasce di delimitazione del P.A.I. (Piano Stralcio Per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po), così come rappresentate sulle tavole di delimitazione delle fasce fluviali (Foglio 117 sezione III – Galliate Ticino – 08 Terdoppio – 02).

I territori ricadenti entro tali perimetrazioni sono soggetti ai disposti di cui agli artt. 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41 del Titolo II delle Norme di Attuazione del P.A.I.

##### 10.2.2 Reticolo idrico secondario

Sono state individuate e rappresentate le fasce di rispetto, distinte in base all'Ente competente per il reticolo specifico in esame:

- Fasce di rispetto del reticolo idrico minore di competenza del Consorzio di bonifica Est Ticino - Villorresi, di cui fa parte anche il Naviglio Grande, come da D.G.R. n. IX/1419 del 09-03-2011. Per i corsi d'acqua gestiti dai Consorzi di Bonifica, vigono le disposizioni del Regolamento Regionale 08-02-2010 n. 3 e quelle del Regolamento di Gestione di Polizia Idraulica, approvato con Delibera del CdA del Consorzio di Bonifica Est Ticino - Villorresi n. 424 del 02-03-2011 e con D.G.R. n. IX/1542 del 06-04-2011. Per qualsiasi autorizzazione di opere o attività lungo la rete consortile, relative pertinenze e fasce di rispetto, si rimanda all'art. 6 del citato Regolamento di Gestione di Polizia Idraulica ETVillorresi; si ricorda, in particolare, che all'interno delle Fasce di Rispetto, è vietata la demolizione e ricostruzione dei fabbricati.
- Fasce di rispetto ai sensi dell'art. 96 del R.D. n. 523 del 25-07-1904 "*Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie*"; il R.D. 523/1904, stabilisce il divieto di edificazione a meno di 10 metri (ridotta, in deroga, a 4 m all'interno del territorio definito "tessuto urbano consolidato") dalla sponda di tutti i corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche, nonché a quelli appartenenti al demanio, ancorché non iscritti ai precedenti elenchi.

### 10.3 ALTRI VINCOLI RELATIVI ALLA DIFESA DEL SUOLO

- Area di divagazione fluviale del F. Ticino: riportata come da rappresentazione sulla Tav. 3 del P.T.C. del Parco Naturale della Valle del Ticino, costituisce l'insieme dei territori interessati dall'evoluzione del fiume ed identificati cartograficamente in base agli studi effettuati sulle divagazioni e sulle piene fluviali storicamente documentate. L'area è soggetta alle limitazioni di cui alle NTA del P.T.C. del Parco Naturale della Valle del Ticino, art. 6.F che, tra le altre cose, non consente interventi di modificazione del suolo, salvo quelli che abbiano finalità di conservazione degli ecosistemi perifluviali.
- Aree sottoposte a vincolo idrogeologico, di cui al R.D. n. 3267/1923, riprese dalle NTA del P.T.C.P. di Milano, art. 45, comma 3, lettera f e riportate come da rappresentazione cartografica sulla Tav. n. 2/f "Difesa del suolo", del P.T.C.P. di Milano.
- Orli di terrazzo, rappresentati cartograficamente sulla Tav. n. 2/f "Difesa del suolo", del P.T.C.P. di Milano e soggetti alle limitazioni di cui alle NTA del P.T.C.P., art. 51 "Elementi morfologici", comma 3, lettera a, secondo cui non è consentito alcun intervento infrastrutturale o di nuova edificazione a partire dall'orlo della scarpata dei terrazzi e per una fascia di larghezza non inferiore all'altezza della stessa.
- Area soggetta a sversamento di gasolio, avvenuto in data 23/11/2006, sottoposta ad interventi di bonifica, attualmente in fase di collaudo ed in attesa di certificazione.

## 11. CARTA DI SINTESI

Come previsto dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, la carta di sintesi deve essere redatta in scala 1: 5.000 o 1: 2.000, per le "aree aree urbanizzate e/o oggetto di approfondimento".

Per facilitare il confronto con la "Carta dei Vincoli" e la "Carta di fattibilità delle azioni di piano", entrambe al 2.000, si è preferito redigere la carta di sintesi in scala 1: 2.000, estendendo la rappresentazione, all'intero territorio comunale.

La perimetrazione degli ambiti di pericolosità, in relazione al processo che li genera, deriva direttamente dalla sovrapposizione degli elementi individuati nella fase di analisi (ricerca storica e carte di inquadramento).

### 11.1 COMMENTO ALLA CARTA

Nella Carta di sintesi, sono rappresentati i vari elementi di pericolosità, riconosciuti e rilevati nell'ambito del territorio comunale di Boffalora Sopra Ticino, raggruppati in base a quanto indicato dalla D.G.R. n. IX/1542 del 06-04-2011.

#### 11.1.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Data la conformazione fisiografica del territorio, questo gruppo presenta una pericolosità residua modesta, facilmente individuabile ed estremamente limitata in ambito territoriale a strette fasce, lungo le scarpate ed i pendii.

In questo gruppo sono state riconosciute due situazioni, a differente grado di pericolosità:

- aree a pericolosità potenziale, rappresentate dalle scarpate naturali dei terrazzi fluviali ad acclività da medio-moderata a medio-elevata, quando sono caratterizzate da altezze maggiori di 3 metri. La potenziale pericolosità di queste ristrette zone è legata a possibili scivolamenti traslativi o soil slip, di limitata estensione, a carico della copertura pedogenetica in concomitanza con eventi meteorici intensi e prolungati.
- pendii ad acclività modesta o scarpate con altezze pari o inferiori a 3 m; il grado di pericolosità è irrilevante ed è legato alla realizzazione di interventi che aumentino il carico a ridosso dell'orlo o lungo il pendio, che andranno sottoposti a verifiche di stabilità.

#### 11.1.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Nel gruppo sono riuniti tutti gli elementi che, con differente peso, sono caratterizzati da un fattore di pericolosità inerente la presenza della falda freatica in prossimità della superficie e quelli preposti alla tutela degli acquiferi e delle risorgive freatiche, soprattutto in funzione della dispersione di materie inquinanti, oltre che le aree con potenziali difficoltà di drenaggio.

In relazione a quanto sviluppato nella fase di analisi geoidrologica, fanno parte del gruppo, con grado di pericolosità decrescente:

- le emergenze freatiche,
- le aree con bassa soggiacenza della falda freatica accertata;
- le aree con possibile risalita della falda freatica.

Questi fattori costituiscono un fattore limitante nell'ambito di future edificazioni, sia in termini di diminuzione della capacità portante dei terreni di fondazione, sia in termini di allagamenti dei piani interrati.

Sono state, inoltre, inserite le perimetrazioni delle aree morfologicamente depresse, riconducibili ad antiche cave per l'estrazione di materiali inerti (sabbie e ghiaie), dismesse ormai da lungo tempo, come testimonia la presenza di vegetazione arborea ben sviluppata sia sul fondo che lungo le scarpate.

#### 11.1.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

In questo gruppo sono state inserite le aree interessate da processi alluvionali nel corso dell'alluvione 2000, riportando i limiti forniti dal Consorzio Parco del Ticino, con tempi di ritorno stimabili intorno ai 70-80 anni, come si è visto nel capitolo dell'analisi geoidrologica; l'area ricalca con buona approssimazione la zona di divagazione storica del Fiume Ticino, così come ricostruita con le carte ambientali dell'ERSAL.

Al fine della delimitazione delle aree soggette a pericolosità per esondazione, comunque, è riportato anche il limite delle aree allagabili con minore frequenza, corrispondente ai terreni ascritti alla fascia B del PAI (delimitazione delle fasce fluviali) che risulta esterno al limite di esondazione dell'evento alluvionale 2000 (essendo riferito ad un tempo di ritorno di 200 anni).

Come ricaduta urbanistica, tuttavia, le zone soggette ad esondazione si collocano marginalmente rispetto al concentrico di Boffalora S.T., interessando unicamente la C.na Gambarina, la C.na la Fagiana e l'Osteria del Piave, oltre ad un impianto per la produzione di calcestruzzo. In fascia B sono comprese inoltre la C.na Calderara e la C.na Acquanegra, oltre ad alcuni edifici ubicati lungo la S.S. n. 11 Padana Superiore.

Sono state, infine, rappresentate le aree interessate da fenomeni di erosione spondale, lungo il F. Ticino, in sponda sinistra idrografica.

#### 11.1.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Sono state individuate tre aree, con caratteristiche diverse tra loro, qui di seguito illustrate:

- area interessata da stoccaggio di fanghi prodotti presso la Cartiera Reno - De Medici, per la quale è stato attuato un programma di Messa in Sicurezza Permanente e Ripristino Ambientale (certificato dalla Provincia di Milano); i fanghi presentano caratteristiche geotecniche scadenti;

- area interessata da un accumulo di RSU, dello spessore di circa 3 m, ormai in fase di mineralizzazione, bonificata superficialmente con stesura di materiali inerti ed una coltre di terreno agrario;
- in corrispondenza (e nell'immediato intorno) del campo sportivo comunale, le aree riquotate messe in evidenza dall'indagine geotecnica effettuata dalla SO.GE.TEC (op. cit.): sono terreni a tessitura prevalentemente medio-fine sino a circa 6 m di profondità, che possono eventualmente comportare locali problematiche di cedimenti e di capacità portante, comunque risolvibili con modesti accorgimenti tecnici. La perimetrazione proposta è relativa ai dati in possesso ed a specifici rilievi esperiti in sito.

#### 11.1.5 Interventi di prevenzione in aree in dissesto o con problematiche ambientali.

Sono riportati sulla tavola gli interventi di difesa/riassetto idraulico presenti sul territorio e riconducibili alle tratte di arginatura in fregio al F. Ticino, lungo la sponda sinistra, ubicati sia a monte (in prossimità dell'Osteria del Piave) che a valle del ponte di Boffalora.

L'aspetto di prevenzione in aree caratterizzate da problematiche di inquinamento del suolo, è stato così distinto:

- aree sottoposte ad interventi di bonifica certificati ai sensi del D.M. 471/99 (sversamento oleodotto a Sud della C.na Acquanegra, al Km. 112 dell'ex S.S. n. 11; spargimento idrocarburi nell'area Autosped, a Sud della C.na Gambarina; area degli impianti della Ditta Ives; sversamento gasolio nell'area della Soc. Megs Srl.);
- area soggetta a sversamento di gasolio, avvenuto in data 23/11/2006, sottoposta ad interventi di bonifica, attualmente in fase di monitoraggio.

In particolare, per l'area sita al Km. 112 dell'ex S.S. n. 11, lo sversamento dell'oleodotto è avvenuto in data 21-09-1999, quindi, a seguito dell'avvenuta ultimazione, nel 2002, delle operazioni di bonifica, comprendenti la rimozione dei terreni contaminati e la realizzazione di barriere idrauliche passive, a seguito del monitoraggio condotto sul sito, in contraddittorio con l'A.R.P.A., negli anni tra il 2002 ed il 2006, è stata certificata l'avvenuta bonifica dell'area dalla Provincia di Milano, con Certificazione Dirigenziale n. 303/2006 del 24/07/2006.



## 12. CARTA DI FATTIBILITÀ E DELLE AZIONI DI PIANO

Come esplicitato dalle DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, la "Fase di proposta" del P.G.T., prevede la redazione della *"Carta di fattibilità delle azioni di Piano"* e della *"Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI"*, quest'ultima da proporre solo per i Comuni compresi negli allegati B e C della D.G.R. 11-09-2001 n. 7/7365 o per i Comuni che intendono proporre aggiornamenti del quadro del dissesto.

Il presente capitolo, tratterà esclusivamente la Carta di fattibilità delle azioni di Piano, poiché la *"Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI"*, non viene proposta, in quanto Boffalora non rientra tra i Comuni elencati dalla D.G.R. 11-09-2001 n. 7/7365, inoltre, gli Elaborati del PAI non segnalano aree in dissesto all'interno del Comune di Boffalora e le risultanze dello studio geologico confermano l'assenza di dissesti corrispondenti alle voci della legenda PAI e non viene proposta alcuna modifica delle Fasce Fluviali del PAI. Si ricorda inoltre che, lo Studio Geologico, facente parte integrante dello Strumento Urbanistico vigente del Comune di Boffalora, è stato ritenuto conforme ai contenuti della verifica di compatibilità di cui all'art. 18 della N.d.A. del PAI (Nota della Direzione Generale Territorio e Urbanistica del 6-04-2004, prot. Z1.2004.0014196).

La *"Carta di fattibilità delle azioni di Piano"*, come previsto dalle DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616, deve essere redatta alla stessa scala dello strumento urbanistico, producendola altresì in scala 1: 10.000 su base CTR; la carta, è stata quindi redatta sia alla scala 1: 2.000 per l'intero territorio comunale, su base aerofotogrammetrica (Elab. Geo 9, Tavv. 7a, 7b, 7c), che in scala 1: 10.000 su base CTR (Elab. Geo 10, Tav. 8).

Le classi di fattibilità, previste in numero di quattro, con limitazioni urbanistiche crescenti dalla 1 alla 4, derivano da un valore di ingresso predeterminato nelle DD.GG.RR. 28-05-2008 n. 8/7374 e 30-11-2011 n. IX/2616, attribuito a ciascuna perimetrazione della carta di sintesi, aumentata o diminuita in relazione alle effettive caratteristiche di pericolosità determinate da valutazioni di ordine tecnico, discendenti dalla fase analitica sin qui svolta.

Le DD.GG.RR. n. 8/7374 del 28-05-2008 e n. IX/2616 del 30-11-2011, prevedono le seguenti classi di fattibilità:

- *CLASSE 1 – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI. La classe comprende le aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazioni di uso del territorio e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale.*

- *CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI. La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa Classe, devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.*
- *CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.*
- *CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI. L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre deve essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.*

#### 12.1 COMMENTO ALLA CARTA

In conformità a quanto indicato dalla D.G.R. n. IX/1542 del 06-04-2011, nella carta di fattibilità e delle azioni di piano, è stata attribuita una Classe di Fattibilità alle perimetrazioni individuate

nella carta di sintesi, in funzione di diversi elementi di pericolosità, sovrapponendo, inoltre, a tale mosaicatura, le aree soggette ad amplificazione sismica locale, desumibili dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale.

#### 12.1.1 Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni

La Classe 1, rappresentata in colore bianco (per chiarezza grafica è riportato il confine comunale, allo scopo di distinguere le porzioni di territorio comunale in classe 1 da quelle di altri comuni), corrisponde alla quasi totalità dei terreni in facies fluviale s.l. del Pleistocene superiore, posti ad una altitudine media di circa 140 m s.l.m. e sopraelevati, rispetto alla piana fluviale del Ticino, mediamente di circa 25-30 m e caratterizzati da una soggiacenza della falda freatica, sempre superiore a 10.0 m. A queste aree si aggiunge anche parte del corpo centrale del paleoconoide di deiezione, sul quale sorge la parte di più recente costruzione del concentrico di Boffalora S.T.

Per queste aree non si segnalano problematiche di carattere geologico interferenti con eventuali nuove edificazioni o con l'attività antropica in generale; sono ammessi tutti i tipi di interventi edilizi, tuttavia si rammenta che nuove opere o nuove edificazioni sono tenute al rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento alle norme del D.M. 14-01-2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*, oltre che al D.M. 11.03.88 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.

#### 12.1.2 Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

La Classe 2, rappresentata in colore giallo, corrisponde alle aree che presentano caratteri di pericolosità geomorfologica e vulnerabilità di bassa intensità e facilmente superabili con modesti accorgimenti tecnici; sono ammessi tutti gli interventi edilizi, nel rispetto dei disposti dei D.M. 14-01-2008 e 11.03.88, a condizione che vengano analizzati gli aspetti geologico-tecnici ed idrogeologici che comportano modeste limitazioni d'uso.

Le aree in Classe 2, non sono riconducibili a nessuna delle "aree pericolose o vulnerabili" secondo i criteri di cui alla D.G.R. del 28-05-2008 n. 8/7374, punto 3.2, Tabella 1; in particolare sono state distinte, all'interno di questa classe, le seguenti sottoclassi:

- 2a)** i pendii ad acclività modesta e le scarpate aventi altezza < 3 m, il cui grado di pericolosità è irrilevante, caratterizzati da terreni con buone caratteristiche geotecniche, per le quali si prescrive una verifica di stabilità prima di procedere alla progettazione esecutiva;
- 2b)** aree potenzialmente soggette a risalita della falda freatica (comprendenti le fasce di

terreni latitanti il canale del Naviglio Grande, potenzialmente soggette a infiltrazioni per perdite di subalveo), il cui grado di pericolosità è modesto; si prescrive che siano effettuati sondaggi geognostici, anche con semplici escavatori meccanici in caso di strutture di piccole dimensioni, allo scopo di verificare puntualmente la soggiacenza della superficie freatica, accertando l'entità delle sue escursioni, il tutto finalizzato ad una corretta determinazione della capacità portante dei terreni e alla definizione delle problematiche di eventuali infiltrazioni/allagamenti dei piani interrati;

- 2c)** aree individuate in prossimità del campo sportivo comunale; comprendono settori morfologicamente depressi, delimitati da scarpate stabili e colonizzati da vegetazione arborea (l'eventuale edificazione di queste aree dovrà prevedere comunque il ripristino della superficie topografica, con riporti di materiale da costipare adeguatamente, fatte salve le norme di PTC del Parco Naturale della Valle del Ticino e la disciplina in materia di rifiuti) e terreni già riquotati, con caratteristiche geotecniche soggette a verifica, risultando caratterizzati dalla presenza di una coltre sabbiosa di spessore fino a 6 m (si prescrive di effettuare una caratterizzazione geotecnica dei terreni propedeutica ad una corretta progettazione).

Le suddette sottoclassi, per motivi di opportunità grafica, sono state distinte cartograficamente nelle sole tavole in scala 1: 2.000:

#### 12.1.3 Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni -

La Classe 3, rappresentata in arancione sulla tavola, corrisponde ad aree con pericolosità/vulnerabilità medio-elevata, nelle quali le limitazioni alle modifiche delle variazioni d'uso dei terreni sono consistenti. Gli interventi di ampliamento, cambio di destinazione d'uso e nuove costruzioni sono ammessi solo se supportati da idonee indagini geologico-tecniche ed idrogeologiche tese a verificare la consistenza dei terreni di fondazione, la stabilità delle scarpate e la soggiacenza della falda freatica. In questa classe, sono state distinte le seguenti sottoclassi:

- 3a)** le scarpate ad acclività medio-elevata, aventi altezze maggiori di 3 metri, che possono essere potenzialmente soggette a processi gravitativi a carico della coltre superficiale o ad erosioni regressive, in concomitanza di eventi meteorici intensi e prolungati; rientrano tra le "aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti" (Classe d'ingresso 3) secondo i criteri di cui alla D.G.R. n. 8/7374, punto 3.2, Tabella 1. In queste zone è prescritta la verifica di stabilità delle scarpate in relazione all'opera in progetto e la messa in funzione di adeguati sistemi di regimazione delle acque superficiali e di controllo dell'erosione superficiale, al fine di evitare l'innesco di dissesti gravitativi e di versante, da sottoporre a regolare

manutenzione; rientrano tra le aree soggette anche ai disposti dell'art. 51 delle N. di A. del PTCP e dell'art. 16.5.1 del PTC del Parco Naturale della Valle del Ticino;

- 3b)** le aree a bassa soggiacenza della superficie freatica, che rientrano tra le *"aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico"* (Classe d'ingresso 3); comportano limitazioni alla realizzazione di locali interrati, da escludere per queste zone, e la caratterizzazione geotecnica dei terreni allo scopo di verificare l'effettiva capacità portante dei terreni di fondazione in relazione anche alle escursioni stagionali, con variazioni del rapporto pressione neutra/pressione efficace;
- 3c)** le aree allagabili con minore frequenza, comprese nella fascia B del PAI all'esterno dei centri edificati, che rientrano tra le *"aree vulnerabili dal punto di vista idraulico"* (Classe d'ingresso 3); sono ubicate nella vallata del Ticino e sono soggette alle norme di cui agli art. 28, 30 e 39 delle Norme di Attuazione del PAI, Titolo II. In particolare per gli interventi previsti al comma 4, lettere a, b, c dell'art. 39 delle N.d.A. del PAI, dovranno essere svolte anche indagini relative alla effettiva pericolosità del territorio, da esplicitarsi ad esempio confrontando le analisi idrauliche del PAI con le opere in progetto e verificandone la congruenza, al fine di adottare gli accorgimenti tecnici necessari per garantire la sicurezza degli edifici e minimizzare il rischio;
- 3d)** l'ex discarica RSU dismessa e bonificata superficialmente: rientra tra le *"aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche"* (Classe d'ingresso 3); l'area è tenuta a verde pubblico (Parco Folletta) ed eventuali altri utilizzi dell'area devono essere preceduti da adeguate indagini atte a verificare la presenza di biogas residui e lo spessore dei rifiuti depositati. Campionamenti ed analisi aggiuntive potranno essere stabilite a seguito di queste indagini preliminari.

Le suddette sottoclassi, per motivi di opportunità grafica, sono state distinte cartograficamente nelle sole Tavole in scala 1: 2.000.

#### 12.1.4 Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

La Classe 4, rappresentata in rosso sulla tavola; in queste zone, peraltro di limitata estensione in rapporto all'intero territorio comunale, sono presenti gravi limitazioni che ne precludono un ulteriore utilizzo urbanistico. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a, b, c della L.R. n. 12/2005; eventuali opere ed infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia del dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità della zona.

Si individuano principalmente lungo la sponda del fiume Ticino, interessando le aree colpite

dal più recente evento alluvionale, ed altri limitati settori distribuiti nel territorio. In questa classe, sono state distinte le seguenti sottoclassi:

- 4a)** le aree allagate nel corso di precedenti eventi alluvionali corrispondono al limite esondato nel corso dell'evento dell'ottobre 2000, fornito dal Consorzio Lombardo Parco del Ticino; l'area comprende la totalità della fascia A del PAI e buona parte della fascia B, per cui valgono le norme riportate negli art. 28, 29, 30 e 39 delle Norme di Attuazione del PAI, Titolo II;
- 4b)** le aree con emergenze idriche corrispondono a bacini naturali o artificiali e alle testate dei fontanili/risorgive che devono essere tutelati in quanto risorsa idrica, peraltro soggetta alla normativa nazionale sulle acque pubbliche, fondamentale nel quadro dei rapporti di drenaggio e alimentazione della falda freatica;
- 4c)** area interessata da stoccaggio di fanghi prodotti presso la Cartiera Reno - De Medici, per la quale era stato predisposto e realizzato un programma di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale, ai sensi del D.M. 471/99 e s.m.i., con relativo piano di monitoraggio quinquennale, concluso positivamente e certificato dalla Provincia di Milano. L'eventuale riutilizzo urbanistico di tale area, potrà avvenire solo per destinazione a verde privato.

Le suddette sottoclassi, per motivi di opportunità grafica, sono state distinte cartograficamente nelle sole Tavole in scala 1: 2.000.