



Città del Vino
Associazione Nazionale

**Il Piano Regolatore
delle Città del Vino**

**Provincia di Modena
Comune di Bomporto**

PSC

PIANO STRUTTURALE COMUNALE delle Città del Vino

Sindaco

Alberto Borghi

Ass. Urbanistica

Giovanni Stigliano

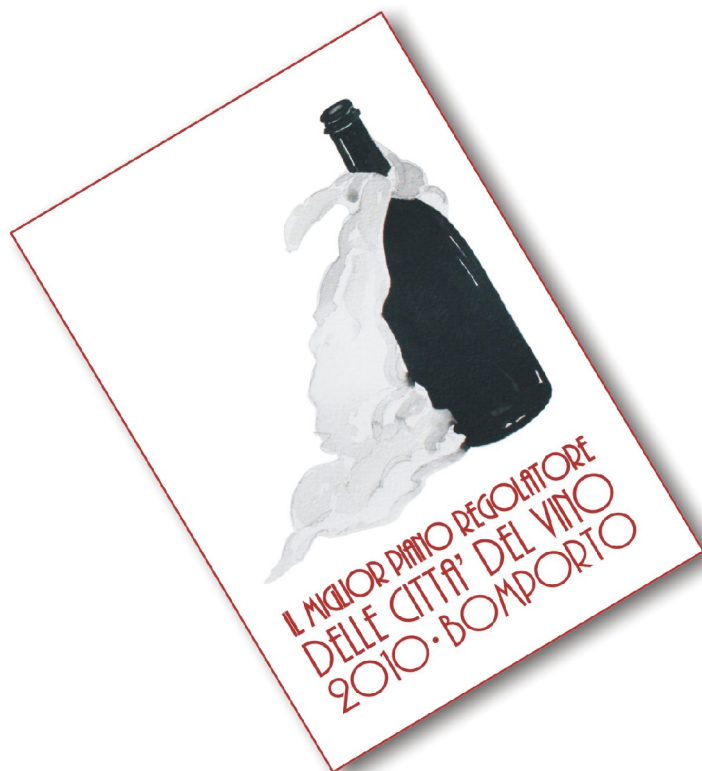
Ufficio di Piano

Arch. Alfredo Mazzucca

Geom. Glauco Pellacani

Responsabile di progetto:

Arch. Carla Ferrari



Consulenti e collaboratori:

sistema della pianificazione e sistema insediativo:

Arch. Carla Ferrari, Ivan Passuti,

Giulia Gadda, Arch. Silvia Poli, Arch. Giulio Verdini

scenari socio-economici e insediativi:

Arch. Manuela Bertoldo, Arch. Francesco Palazzo (Sistema Snc)

persistenze storiche:

Arch. Enrico Guaitoli Panini, Arch. Irene Esposito

archeologia:

Dott. Paolo Campagnoli (Ambiente Terra)

aspetti geologici, geomorfologici, sismici ed idraulici:

Dott. Geol. Valeriano Franchi, Dott. Geol. Stefania Asti,

Ing. Adelio Pagotto, Dott. Geol. Alessandro Ghinai

mobilità e traffico:

Ing. Francesco Mazza, Ing. Fabio Cerino (Airis Srl)

rumore e qualità dell'aria:

Dott.sa Francesca Rametta, Ing. Irene Bugamelli (Airis Srl)

energia:

Ing. Gildo Tomassetti, Ing. Gionatan Ruscelli (Airis Srl)

territorio rurale (agricoltura, paesaggio, ecosistemi):

Dott. Agr. Salvatore Giordano, Arch. Camilla Alessi (Airis Srl)

aspetti agronomici ed enologici:

Dott.sa Enol. Marisa Fontana, Enol. Gianfranco Raimondi

consulenza giuridica:

Avv. Lorenzo Minganti

elaborazioni cartografiche e SIT:

Ivan Passuti, Giulia Gadda

QC.6/R SUOLO-SOTTOSUOLO-ACQUE RELAZIONE



P.S.C.

QUADRO CONOSCITIVO

QC.6/R

SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE

INDICE

6.	SUOLO E SOTTOSUOLO	pag.	2
6.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA E PALEOGEOGRAFICA	pag.	2
6.1.1	Lineamenti geologici generali	pag.	2
6.1.2	La stratigrafia della pianura	pag.	6
6.1.3	L'evoluzione paleogeografica	pag.	8
6.1.4	La litologia di superficie	pag.	11
6.1.5	Geomorfologia	pag.	13
6.1.6	Microrilievo	pag.	16
6.1.7	Il fenomeno della subsidenza	pag.	19
6.1.8	Resistenza meccanica dei terreni	pag.	25
6.1.8.1	Indagini geognostiche	pag.	25
6.1.8.2	Elaborazione ed esiti della resistenza meccanica dei terreni	pag.	26
6.1.9	Neotettonica e sismicità	pag.	32
6.1.9.1	Rischio di liquefazione dei terreni	pag.	41
6.1.11	Limiti e condizioni alla trasformazione	pag.	46
6.2	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	pag.	50
6.2.1	Acque superficiali	pag.	50
6.2.1.1	Idrografia	pag.	50
6.2.1.2	Aspetti qualitativi	pag.	59
6.2.1.3	Criticità idraulica: fattori di pericolosità ed ambiti interessati	pag.	67
6.2.2	Sistema fognario e di scolo	pag.	91
6.2.2.1	Officiosità idraulica del reticolo di scolo	pag.	91
6.2.2.2	Il sistema della depurazione	pag.	106
6.2.3	Acque sotterranee	pag.	110
6.2.3.1	Struttura idrogeologica	pag.	110
6.2.3.2	Idrochimica	pag.	115
6.2.3.3	Censimento pozzi, piezometria e soggiacenza	pag.	123
6.2.4	Vulnerabilità naturale dell'acquifero	pag.	128
6.2.5	Centri di potenziale pericolo d'inquinamento delle acque sotterranee	pag.	130
6.2.6	Limiti e condizioni alla trasformazione	pag.	135
6.3	VINCOLI E TUTELE ESISTENTI	pag.	138
6.4	VALUTAZIONE DELLE CRITICITA' E DELLE EMERGENZE GEOLOGICO-AMBIENTALI	pag.	161

6. SUOLO E SOTTOSUOLO

6.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA E PALEOGEOGRAFICA

6.1.1 Lineamenti geologici generali

Il territorio Comunale di Bomporto si sviluppa nell'area di media e bassa pianura modenese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni dei fiumi Secchia e Panaro.

L'evoluzione geologica del territorio in studio va necessariamente inquadrata in un contesto regionale; essa ricade nella parte centro-meridionale della Pianura Padana, che costituisce dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente plio-quadernario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quadernario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità; più in particolare, l'area ricade nel suo settore appenninico, in diretta influenza del Po e dei suoi affluenti di destra.

Nell'ambito del suddetto bacino, i terreni olocenici, di origine alluvionale, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, strutturalmente caratterizzato da elementi ormai sufficientemente definiti in letteratura.

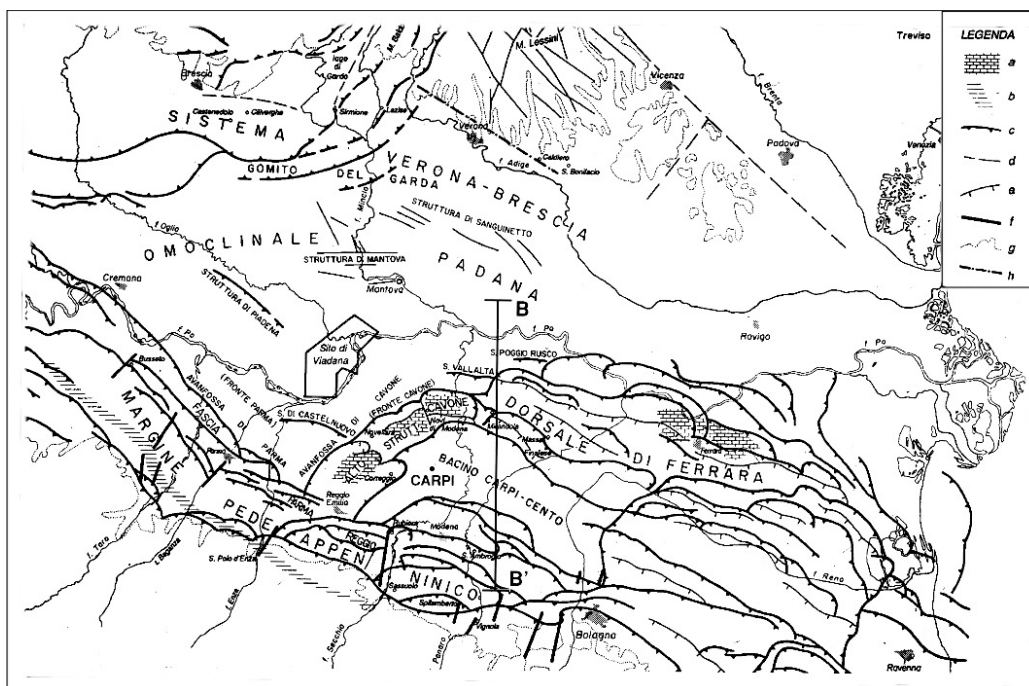
L'assetto geologico strutturale profondo della Pianura Padana è noto soprattutto grazie ai dati emersi dalle perforazioni profonde e dalle prospezioni geofisiche effettuate per le ricerche petrolifere esposti nelle pubblicazioni di PIERI & GROPPi (1981)¹ e CASSANO *ed altri* (1986)², nelle quali viene aggiornata la sintesi stratigrafica e strutturale dell'area e puntualizzati l'andamento, l'evoluzione e la cronologia degli eventi tettonici dei diversi comparti del bacino.

Dal punto di vista strutturale la Pianura Padana non costituisce una unità omogenea: fanno infatti parte del suo sottosuolo le pieghe più esterne dell'Appennino settentrionale e delle Alpi meridionali lombarde, l'avampaese comune alle due catene e, nel Veneto, l'avampaese della Alpi meridionali orientali e della catena dinarica; su questi elementi è impostata l'avanfossa piocenico-quadernaria dell'Appennino.

In Fig. 6.1 è riportato un estratto della "Carta degli elementi tettonici significativi dell'area Padana centro-orientale", che mette in evidenza la presenza di un ampio bacino, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocene, che si estende tra Carpi e Cento di Ferrara, denominato "Bacino di Carpi" o meglio noto come "Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, collocata tra due grandi archi di pieghe, che costituiscono la porzione più esterna dell'Appennino settentrionale, rappresentati dalle "Zona delle pieghe pedeappenniniche", a sud, più prossime alla catena appenninica, e dalla "Dorsale di Ferrara", a nord; quest'ultima è caratterizzata da un'ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata, che corre da Massa Finalese a Mirandola, con direzione complessiva E/SE-N/NW e che, in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio, subisce una decisa inflessione verso sud, con andamento SE-NW.

¹PIERI M. & GROPPi G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy* - Pubbl. 414, P.F. Geodinamica, CNR, pp.23

²CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R., CAPPELLI V. (1986) - *Pianura Padana. Interpretazione integrata di dati geofisici e geologici* - 73° Congresso Società Geologica Italiana, 29 Settembre - 4 ottobre 1986 Roma



Legenda: a) nucleo carbonatico, mesozoico sepolto; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale; e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al margine appenninico; g) limite tra rilievo e pianura; h) faglia di "Verona". B-B: traccia di sezione (rif. Fig. 6.5)

Fig. 6.1 - Carta degli elementi tettonici significativi dell'area Padana centro-orientale³

Lungo tali allineamenti, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m).

In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare tre zone principali:

- "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagliate e sovrascorse sul fianco Nord;
- "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;
- "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

Questo andamento ad archi di pieghe del fronte sepolto dell'Appennino, di messa in posto sempre più recente man mano si procede verso le aree più esterne, è da correlarsi con il movimento di rotazione della catena in senso antiorario, che genera raccorciamenti crostali di crescente intensità spostandosi dai settori occidentali a quelli orientali.

Per un quadro approfondito della tettonica padana e della genesi delle strutture arcuate al fronte delle pieghe, oltre alle pubblicazioni citate in precedenza, si rimanda al lavoro di CASTELLARIN *et alii* (1985)⁴.

Da un punto di vista sedimentario, la sedimentazione terziaria e quaternaria in quest'area della pianura è stata essenzialmente detritica, si sono cioè deposte serie clastiche di considerevole spessore e solo nel Messiniano si riscontra un episodio evaporitico; si possono riconoscere essenzialmente due cicli di sedimentazione, distinguendo una zona marginale, in cui ad una deposizione clastica grossolana succedono sedimenti prevalentemente argillosi ed una zona centrale, in cui prosegue una sedimentazione torbida indisturbata.

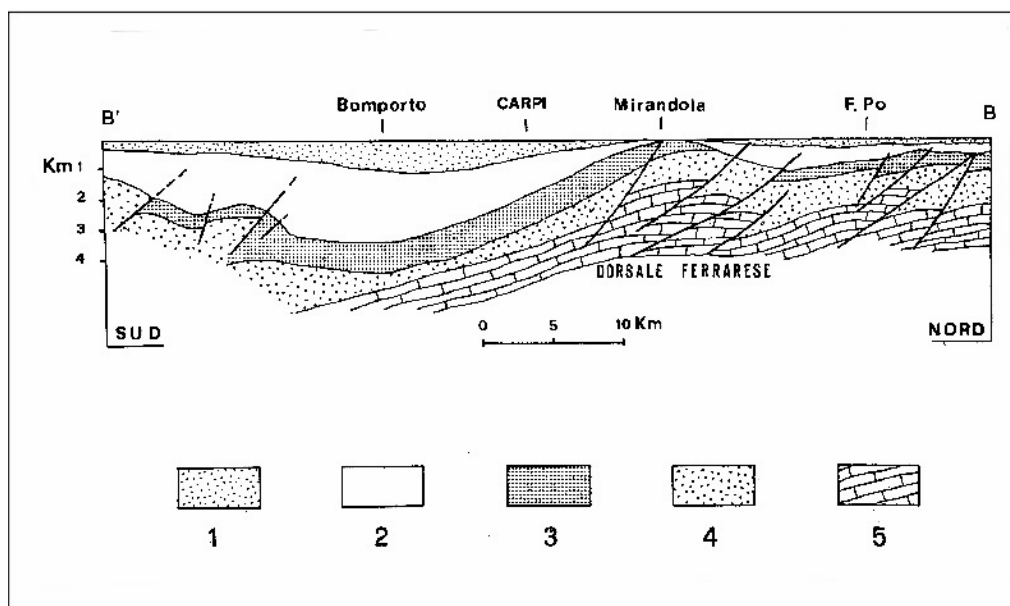
³ Tratta da: L. SERVA - (1990)

⁴ CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G., VAI G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano* - Giorn. Geol., ser.3, 47, 47 - 75

La deposizione sedimentaria presenta inoltre frequenti variazioni di facies, sia laterali che verticali, come risultato delle particolari condizioni strutturali venutesi a creare in vari settori della pianura in seguito all'evoluzione tettonica.

Alla deposizione della facies evaporitica miocenica superiore, corrisponde una fase di marcata regressione e ad essa si accompagna probabilmente una fase tettonica di notevole intensità.

Legenda: 1) depositi alluvionali; 2) sedimenti marini del Pliocene superiore e Quaternario; 3) sedimenti marini del Pliocene inferiore; 4) sedimenti marini del Paleocene-Miocene; 5) formazioni calcaree marine del Mesozoico



Fuori scala

Fig. 6.2 - Sezione geologica schematica, indicativa della situazione strutturale profonda della bassa pianura modenese - Fonte: Pieri - (1980)

Il piegamento pedeappenninico e l'abbassamento del livello del mare, portano all'emersione delle culminazioni delle principali anticlinali, tra le quali la Dorsale Ferrarese, ove s'instaurano rilevanti processi erosivi che provocano la scomparsa di spessori anche notevoli di sedimenti.

Nel tardo Messiniano e nel Pliocene inferiore si manifesta un graduale innalzamento del livello delle acque del bacino, che porta al ristabilimento graduale delle condizioni che regnavano in precedenza; come conseguenza si ha la deposizione di successioni trasgressive su aree precedentemente emerse, mentre nelle zone sinclinaliche continuano a deporsi sedimenti torbiditici.

Al termine del Pliocene inferiore un'accentuata attività tettonica porta ad un nuovo piegamento e sollevamento dell'area e quindi all'accentuarsi di alcune strutture preesistenti; nelle aree altimetricamente più elevate, tra cui Camurana ed altri tratti della Dorsale Ferrarese, s'instaurano sensibili fenomeni erosivi.

Con il Pliocene medio inizia una nuova ingressione marina di limitata entità, che comporta la deposizione, nelle aree sinclinaliche, di depositi torbiditici grossolani.

Il Quaternario segna un abbassamento regionale all'interno del bacino padano, accentuandosi ulteriormente la subsidenza differenziale delle diverse strutture; la potenza dei sedimenti del Quaternario varia da oltre 1000 m nelle aree meridionali a meno di 200 m o completa assenza, in quelle settentrionali. La diversità di spessore è imputabile alla marcata differenza di subsidenza cui l'area in oggetto è stata sottoposta durante il Quaternario.

Il Quaternario si chiude poi con una decisa regressione del dominio marino, con il passaggio da una sedimentazione di tipo marino, che caratterizza il Pliocene e parte del Pleistocene, ad una di tipo continentale, con il colmamento del golfo padano, che si trasforma progressivamente in pianura alluvionale attraverso l'accumulo di sedimenti fluviali e fluvio-glaciali, derivanti dal rapido smantellamento e modellamento delle catene montuose circostanti.

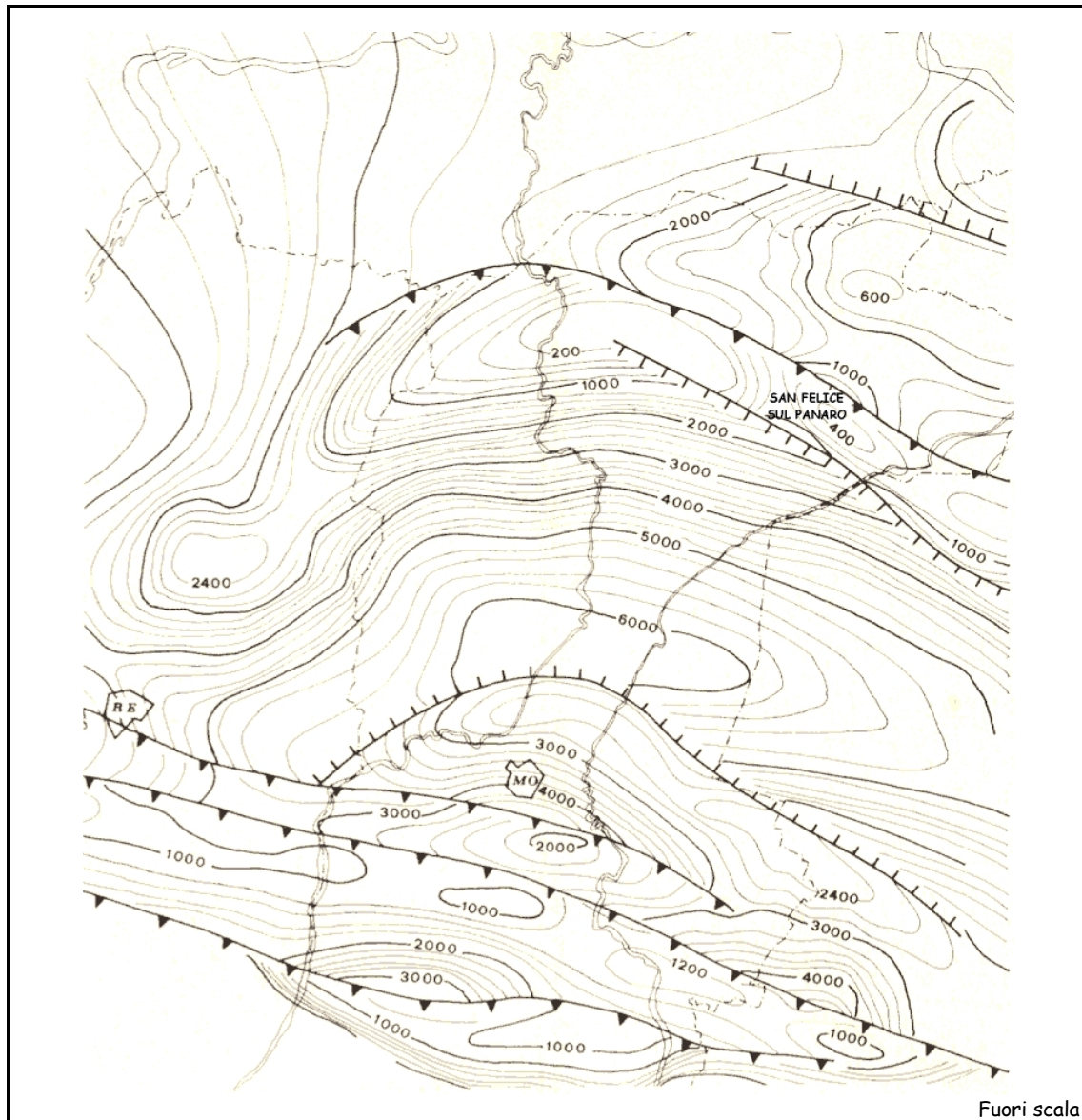


Fig. 6.3 - Carta delle isobate della base del Pliocene⁵

Focalizzando l'attenzione sulla zona in esame, si osserva in Fig. 6.3 che il territorio di Bomporto ricade nella zona della sinclinale omonima.

Lo spessore della successione plio-quaternaria, cioè dei sedimenti che si sono depositati negli ultimi 5 milioni di anni (dalla base del Pliocene ad oggi) raggiunge in tale zona gli spessori massimi: sino a 6.000 m.

Il riempimento della Pianura Padana ad opera dello smantellamento delle catene alpina ed appenninica ha portato quindi all'accumulo di depositi dapprima marini e successivamente

⁵ Fonte: M. PELLEGRINI, A. COLOMBETTI & A. ZAVATTI - *Idrogeologia profonda della pianura modenese - Quaderni dell'istituto di ricerca sulle acque - C.N.R.*

continentali di piana alluvionale in un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Come già detto modalità e tempi di deposizione dei materiali sono stati controllati principalmente dalla tettonica e, dal Pliocene medio-superiore ad oggi, dall'evoluzione delle pieghe-faglie descritte in precedenza e schematizzate nelle figure riportate, segnalata anche in epoca storica dal graduale "sfuggire" della rete idrografica superficiale alla "dorsale ferrarese", come verrà meglio descritto nel paragrafo successivo. I movimenti tettonici, soprattutto quelli ad andamento verticale, sono quindi uno dei principali fattori di controllo dello sviluppo paleogeografico dell'area padana, influenzando direttamente morfologia e geometria dei corsi d'acqua, anche se non vanno dimenticati altri fattori determinanti dovuti alle oscillazioni climatiche, quali le variazioni del livello marino e del regime dei corsi d'acqua.

6.1.2 La stratigrafia della pianura

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo della pianura modenese si è fatto riferimento ai dati della Regione Emilia Romagna - Agip [1998] e di Amorosi e Farina [1994], Amorosi e Farina [1995], Elmi et al. [1984], Farina et al. [2001b]. Tali lavori sono stati eseguiti essenzialmente tramite correlazione su base litologica e geometrica di dati stratigrafici relativi a sondaggi esistenti e perforazioni a scopo principalmente idropotabile.

Secondo quanto proposto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, vengono distinte (Fig. 6.4) 3 sequenze deposizionali (denominate supersistemi secondo la terminologia U.B.S.U):

- 1) Supersistema del Pliocene medio-superiore;
- 2) Supersistema del Quaternario Marino (che in realtà incomincia già dal Pliocene superiore);
- 3) Supersistema Emiliano Romagnolo suddiviso in inferiore e superiore.

Queste tre Sequenze deposizionali corrispondono ai cicli trasgressivo-regressivi P2, Qm,e Qc cartografati in affioramento da Ricci Lucchi et Al. (1982), esse costituiscono la risposta sedimentaria ad altrettante fasi tettoniche regionali.

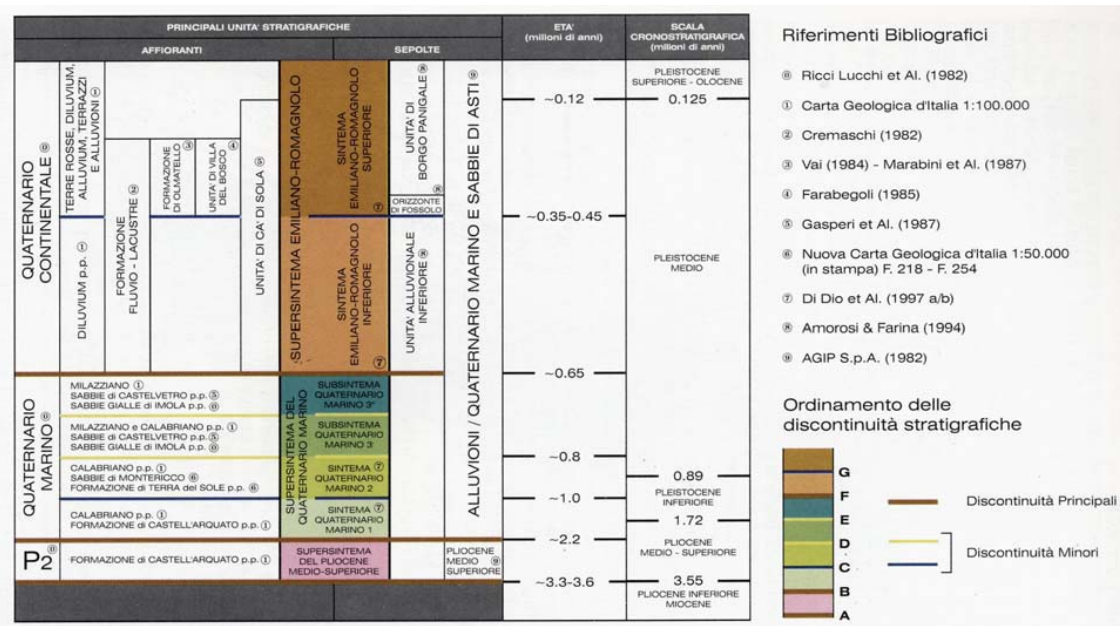


Fig. 6.4 - Inquadramento geologico-stratigrafico dell'Emilia-Romagna

Il Supersistema del Quaternario marino viene suddiviso a sua volta in 4 subsistemi.
 In Fig. 6.5 si riporta il profilo sismico interpretato della pianura Bolognese e Ferrarese desunto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, che può essere preso a riferimento anche per la zona in esame, nel quale ben si evidenziano le unità stratigrafiche definite.
 Nel profilo il sistema Qm2 è stato accorpato al Qm1.

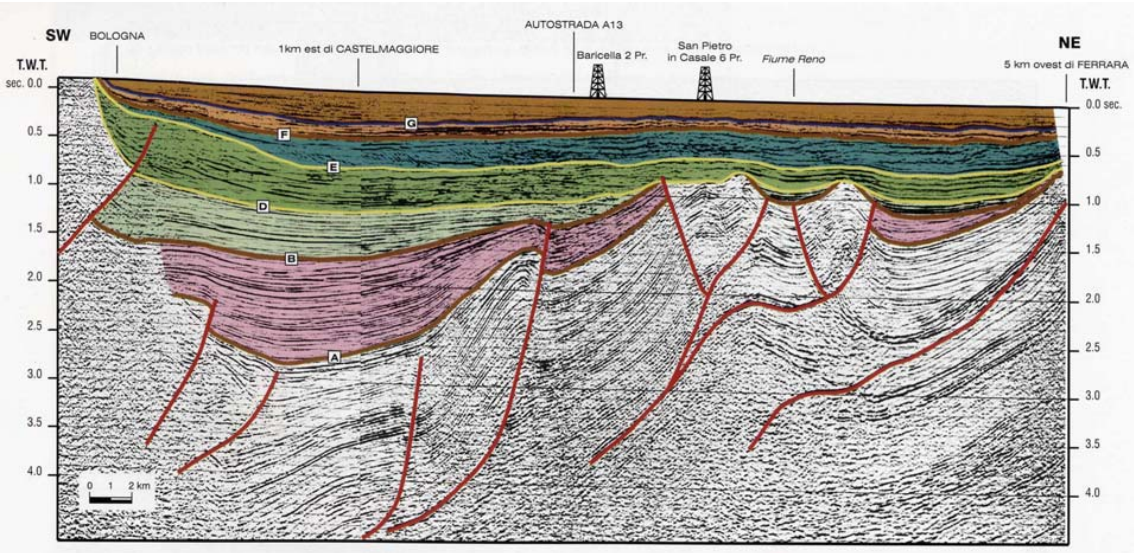


Fig. 6.5 - Profilo sismico interpretato della pianura bolognese

Lo spessore del ciclo Quaternario continentale, supera i 300 m [Francavilla et al., 1980; Ori, 1979], e va diminuendo procedendo verso Nord, in direzione di Ferrara, dove la base del Quaternario continentale si riscontra a qualche decina di metri di profondità dal piano campagna attuale [Pieri e Groppi, 1981]; è all'interno di tale unità che si sviluppano principalmente gli acquiferi captati ad uso idropotabile.

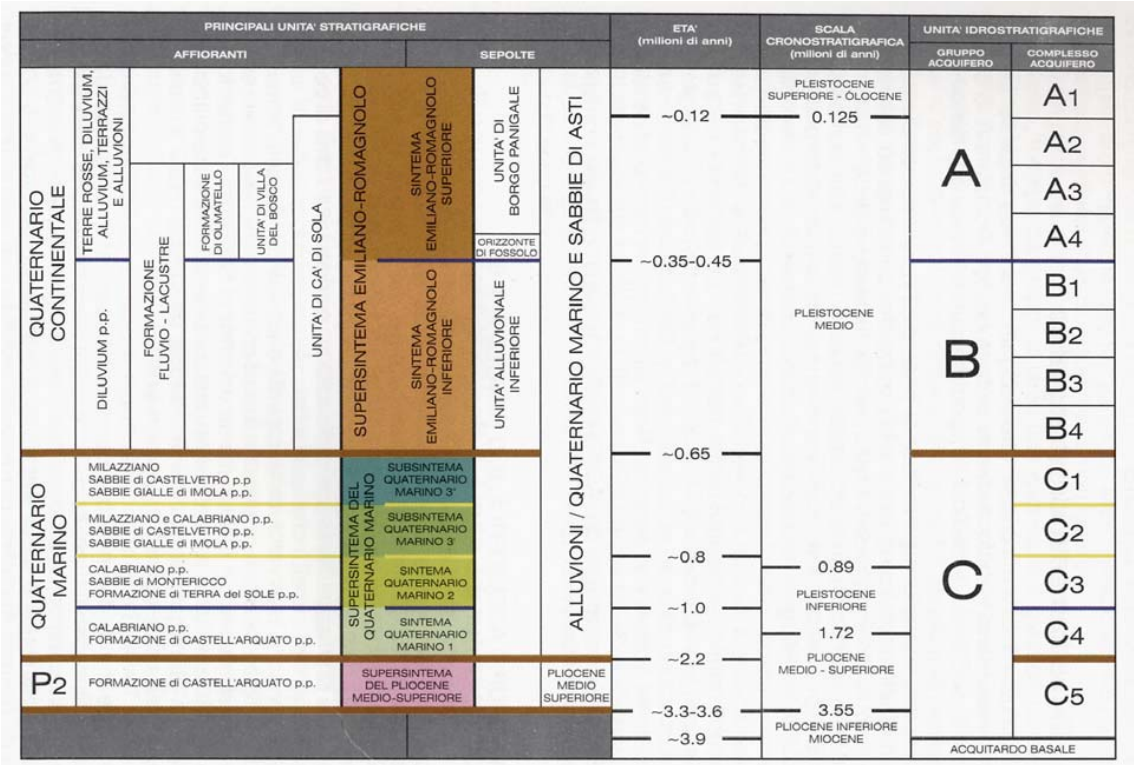


Fig. 6.6 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico Regione Emilia Romagna

Il Quaternario continentale viene suddiviso, secondo la definizione proposta da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998 (Fig. 6.6), in due unità a contenuto grossolano, definite Ciclo A [Unità Alluvionale superiore di Amorosi e Farina, 1994] e Ciclo B [Unità Alluvionale Inferiore di Amorosi e Farina, 1994], dello spessore di circa 100-150 m, separate da corpi a deposizione francamente argillosa. In posizione sottostante è presente un ciclo C, riconosciuto recentemente a scala regionale, che può essere assimilato alla parte terminale del Quaternario marino Qm, e ne rappresenta l'espressione basale.

Nell'ambito della successione quaternaria continentale, le unità attraversate sono costituite, dal punto di vista litologico, essenzialmente da ghiaie e, subordinatamente, da peliti, più scarse appaiono le sabbie.

6.1.3 L'evoluzione paleogeografica

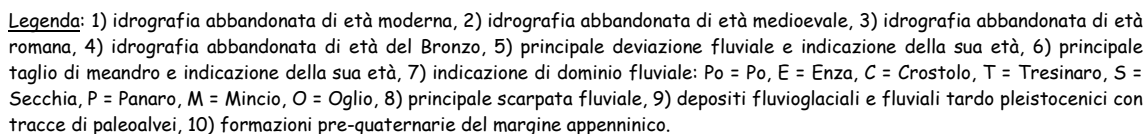
La situazione morfologica, rappresentata in dettaglio nella Carta Geomorfologica a corredo della presente relazione, verrà discussa in maniera più approfondita nel capitolo relativo alle analisi di dettaglio; in questa fase è comunque interessante far notare come l'andamento dei paleoalvei e degli alvei attuali a scala regionale sia stato condizionato dall'evoluzione strutturale profonda della Pianura Padana, come già rimarcato precedentemente; a dimostrazione di ciò si veda l'andamento del Fiume Po che, in corrispondenza delle propaggini occidentali della "dorsale ferrarese" devia il suo corso verso NE, mentre i corsi d'acqua appenninici sono a loro volta condizionati anche dagli elementi secondari trasversali.

Parallelamente a ciò vanno considerati anche i parametri climatici, che hanno certamente avuto un ruolo rilevante nel condizionare l'entità e la distribuzione temporale degli eventi determinanti la dinamica fluviale fino a tempi a noi vicini.

Da fonti bibliografiche, principalmente PANIZZA *ed altri* (2004)⁶, si possono desumere informazioni circa l'evoluzione paleoidrografica dei fiumi principali nell'area di studio, sulla base della successione delle vicende idrografiche testimoniate dai paleoalvei (Fig. 6.7).

Nel Pleistocene, dopo l'emersione della Pianura Padana, il Fiume Po, ad est di Guastalla (RE) seguiva un percorso molto più meridionale rispetto all'attuale, secondo la direttrice Carpi-Nonantola-San Giovanni in Persiceto, mentre nell'età del bronzo, attorno al II millennio a.c., si biforcava tra Brescello e Guastalla o ad est di Casalmaggiore, a seconda degli autori, dando luogo ad un ramo principale (Po di Adria) e ad uno o più rami minori subparalleli, lungo una fascia limitata a sud dalle attuali località di Poviglio, Concordia sulla Secchia, Bondeno e Ferrara. Nell'intervallo di tempo considerato (diverse migliaia di anni) ha quindi subito uno spostamento verso nord. Non si ritiene opportuno entrare nel merito dell'evoluzione paleoidrografica del Po nei secoli successivi, non interessando essa direttamente la zona studiata; si ricorda soltanto che in età romana imperiale e sino all'alto medioevo (VII-X sec.) l'alveo principale del fiume, dopo aver lambito Brescello, entrava in territorio mantovano; nel giro di pochi secoli tende tuttavia a spostarsi ancora verso nord, creando una situazione di disordine idrografico. A partire dalla seconda metà del XII sec. la situazione cambia radicalmente: con le deviazioni di Luzzara e Ficarolo il fiume assume un andamento del tutto simile all'attuale.

⁶PANIZZA, M., CASTALDINI, D., PELLEGRINI, M., GIUSTI, C. & PIACENTINI, D. (2004) - *Matrici geo-ambientali e sviluppo insediativo: un'ipotesi di ricerca* - in Mazzeri, C. (a cura di): *Per un Atlante Storico Ambientale Urbano*, Edizioni APM, 31-51 pp.



Per quanto riguarda l'evoluzione degli affluenti appenninici del Po, nel II millennio a.C. il Secchia, dal margine appenninico, giungeva a Cavezzo con un percorso più occidentale e sub-parallelo a quello odierno lungo la direttrice Rubiera-Carpi. A partire da Cavezzo, il Secchia assumeva una direzione grossomodo ovest-est e, a valle di Finale Emilia, si immetteva nel Po di Spina presso Ferrara, dopo aver ricevuto le acque di Panaro e di Reno. Nello stesso periodo il Panaro, nel suo tratto più meridionale, scorreva secondo la direttrice Piumazzo-San Giovanni in Persiceto e, più a valle, confluiva nel Secchia presso Finale Emilia. In epoca romana il Secchia, tra Rubiera e Carpi, occupava forse il corso dell'epoca precedente o comunque si era spostato di poco verso oriente; tra Cavezzo e Finale fluiva a settentrione, verso Mirandola, ma nel suo complesso manteneva la direttrice Cavezzo-

Finale. Il Panaro, nel suo tratto più a monte, scorreva presumibilmente lungo la direttrice San Cesario-Nonantola e, nella media pianura, si sviluppava nelle valli di Crevalcore e confluiva in Secchia ancora nella zona di Finale Emilia.

Il Secchia, nel periodo VIII - IX Sec. d.C., si impaludava nella zona di Cittanova e ne usciva più a valle con più corsi che con nomi diversi (Sicla, Muclena, Acqualonga) si dirigevano verso nord. A valle di Cavezzo il Secchia percorreva il tracciato romano. Poco a sud di questo vi è un altro percorso longitudinale costituito principalmente dal Panaro e dal Reno, ma in cui confluiscono anche paleoalvei del Secchia, che probabilmente si congiungeva con il Po all'altezza di Bondeno. Il Panaro nel tratto più a monte si avvicinava al corso attuale, mentre tra Crevalcore e Finale Emilia (dove ancora si immetteva nel Secchia) occupava l'alveo dello Scolo Paparazzo, alveo che rimarrà attivo fino al XII sec. d.c..

A partire dalla seconda metà del XII Sec., il Secchia, che nel tratto più a monte corrispondeva grossomodo all'attuale percorso, abbandonava l'alveo di Cavezzo spostandosi a nord - ovest verso San Possidonio (e successivamente Concordia) per poi continuare verso San Martino Spino e Bondeno; qui si univa al Panaro assieme al quale si dirigeva verso nord per confluire in Po a Ficarolo.

Nel XIV - XV Sec. d.C., il Secchia all'altezza di Concordia deviava verso nord e prima di assumere l'assetto odierno, che lo vede confluire in Po a Nord di Quistello, avrebbe in successione corrisposto ad alcuni dossi fluviali rilevabili tra Concordia sulla Secchia e Poggio Rusco. Nel basso medioevo il Panaro, tra la Via Emilia e Comporto, corrispondeva praticamente al corso attuale; da Bomporto fletteva verso est e con uno o più corsi si portava nelle valli a nord di Crevalcore, quindi a Finale e da qui a Bondeno, seguendo l'ansa del "Ramo della Lunga". Intorno alla metà del XIV sec. il Panaro, venne immesso nel Naviglio o Canale Mutinae, toccando così tra Bomporto e Finale le località di S. Felice sul Panaro e Massa Finalese. Da notare che tutto il basso corso del Panaro, compreso il Ramo della Lunga di Finale, soppresso il secolo scorso, corrisponde all'alveo medioevale del Fiume Secchia (PELLEGRINI, 1990⁷).

Per quanto riguarda l'evoluzione di Secchia e Panaro negli ultimi due secoli, vanno sottolineati due aspetti: uno relativo all'alta pianura, dove i fiumi hanno un letto più basso rispetto alla pianura circostante ("incassato") e uno relativo al settore di media-bassa pianura, dove i fiumi scorrono in un alveo più alto rispetto al territorio circostante ("pensile"). Nell'alta pianura, come conseguenze dell'attività estrattiva e della costruzione di muri ed argini a difesa dalle alluvioni, si assiste ad un approfondimento del letto dei fiumi ed al cambiamento del loro alveo da un tracciato con più canali ("canali anastomosati") ad un tracciato con un unico canale ("monocursale"). L'abbassamento degli alvei ha avuto ripercussioni anche sull'idrologia sotterranea; infatti, i depositi alluvionali rimasti più alti dei corsi d'acqua non sono più, come un tempo, acquiferi ricchi di acque e invece di essere alimentati sono drenati dal fiume. Nel settore di media-bassa pianura vengono realizzati numerosi tagli di "meandri", con conseguenti "raddrizzamenti" di tratti fluviali: sono stati realizzati sia lungo il F. Secchia (tra Modena e Rovereto e presso Quistello) sia lungo il Panaro (presso il Ponte di S. Ambrogio, presso Finale Emilia e a nord di Bondeno), soprattutto, per facilitare il deflusso delle acque nei periodi di piena riducendo così il pericolo di alluvioni. Infatti le tortuosità rallentavano la corrente mantenendo quindi elevato il pericolo di esondazione del fiume. Questi tagli hanno accorciato Secchia e Panaro di circa 10-11 km, corrispondenti all'11-12% della loro lunghezza totale in pianura, e hanno cambiato i loro tracciati da alvei con numerose anse ("meandri") ad alvei con lunghi tratti rettilinei. Questi interventi tuttavia non risolvevano il problema delle alluvioni ma semplicemente lo trasferivano a valle del tratto tagliato. Quindi, tra la fine anni '70 e

⁷PELLEGRINI M. (1990) - *I Navigli e la rete idrografica negli antichi ducati estensi di Modena e Reggio Emilia* - in: *"Vie d'acqua nei ducati estensi"*, Cassa di Risparmio di Reggio Emilia, stampato presso Amilcare Pizzi Editore (MI)

l'inizio anni '80, sono state costruite le "casce di espansione" per la regolazione degli eventi di piena: presso Rubiera sul F. Secchia e presso S. Anna sul F. Panaro. Si tratta di aree in cui i fiumi nei periodi di piena possono espandere le loro acque senza recare alcun danno.

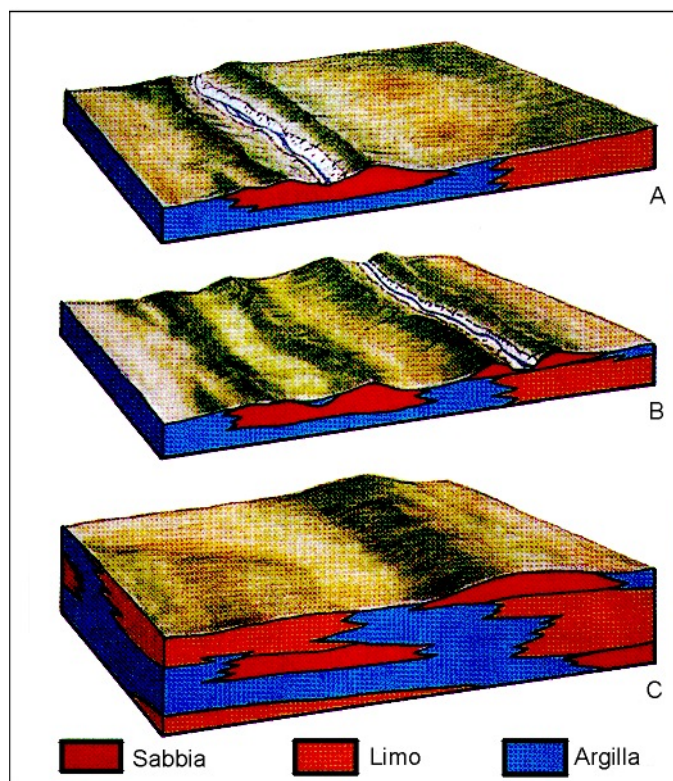


Fig. 6.8 - Evoluzione morfologica di un corso d'acqua in un'area di piana alluvionale in una situazione non ancora regolata dall'uomo, cioè "naturale"⁸ (fuori scala)

6.1.4 La litologia di superficie

Con litologia di superficie s'intendono i sedimenti alluvionali ubicati al di sotto di una profondità di 1 metro circa, cioè sotto lo strato interessato dalla pedogenesi e rimaneggiato dalle pratiche agricole.

Per la caratterizzazione litologica del territorio comunale si è fatto riferimento principalmente a documenti esistenti, essendo l'area già ampiamente studiata in bibliografia; le fonti consultate sono le seguenti:

- "Carta geomorfologica della Pianura Padana"⁹, in scala 1:250.000 realizzata a partire da un grande numero di elaborati precedenti, appartenenti a vari Autori, riferibili all'area in esame;
- "Carta della Litologia Superficiale" ad opera di Pellegrini et alii (1980), interessante il territorio della Pianura Emiliana, utile soprattutto nella distinzione tra terreni limosi ed argillosi, altrimenti impossibile in alcune delle aree studiate per mancanza di altri dati.
- "Carta dei depositi geologici superficiali" ad opera di Giusti (2001)¹⁰, che ridefinisce, alla scala 1:25.000, per tutta la pianura modenese, la distribuzione dei

⁸PELLEGRINI M. (1990) - *I Navigli e la rete idrografica negli antichi ducati estensi di Modena e Reggio Emilia*

⁹ AUTORI VARI - *Carta geomorfologica della Pianura Padana* - ed. Selc.

terreni prevalentemente ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, integrando dati bibliografici e campionamenti litologici indisturbati, prelevati a circa 1 m di profondità.

Sulla base della più aggiornata "Carta dei depositi geologici superficiali" di Giusti (2001), si è elaborata la carta della "Litologia di superficie" (tavola QC.6/t1), utile per una conoscenza litostratigrafica complessiva del territorio.

Con riferimento alla cartografia elaborata, all'interno del territorio comunale, sono state riconosciute tre differenti classi granulometriche:

- Sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi;
- Limi e terreni prevalentemente limosi;
- Argille e terreni prevalentemente argillosi;

I litotipi presenti sono costituiti da un insieme di orizzonti lentiformi che sfumano più o meno gradualmente tra loro e che evidenziano una distribuzione non omogenea, ma legata alle passate evoluzioni idrografiche dei fiumi e corsi d'acqua che hanno generato il territorio.

Osservando il territorio nel suo insieme, si riscontra che i litotipi maggiormente rappresentati sono quelli a granulometria medio-fine, argillosi e limosi, diffusamente presenti nelle porzioni centrale e settentrionale del territorio.

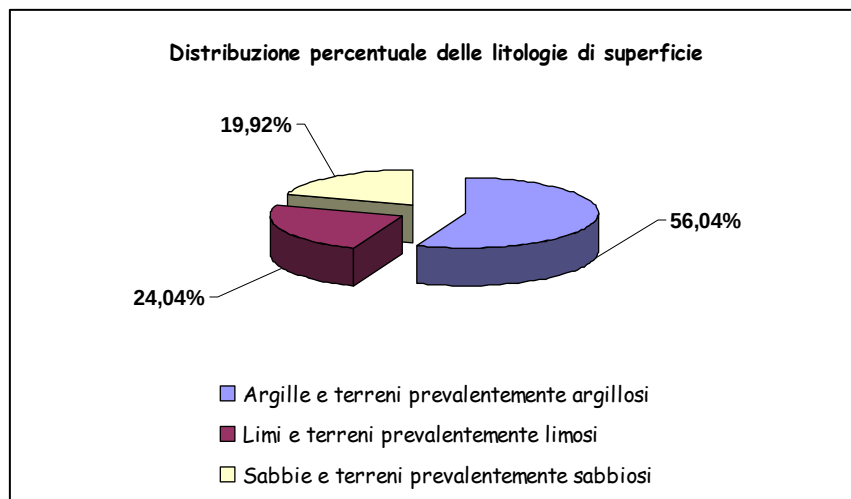
Tipologie litologiche di superficie	Kmq	%
Sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi	7,8	19,92
Limi e terreni prevalentemente limosi	9,4	24,04
Argille e terreni prevalentemente argillosi	21,9	56,04
TERRITORIO ASSOCIAZIONE COMUNALE	39,1	100

Lungo le aste dei corsi d'acqua, compresi gli alvei relitti, sono presenti litologie più grossolane,

generalmente sabbiose.

Allontanandosi dalle aste dei corsi d'acqua principali, prevalgono litologie fini, sia argillose che limose.

In pratica, la gran parte del territorio indagato occupa un'area di media e bassa pianura a



litologia fine, nella quale si inseriscono i modesti rilievi costituiti da alvei e paleoalvei dei corsi d'acqua locali, caratterizzati dalla presenza di depositi superficiali sabbiosi; questa situazione deve considerarsi normale in un'area di bassa media e pianura caratterizzata dalla divagazione laterale di corsi d'acqua aventi alvei poco acclivi.

¹⁰ Giusti, C. (2001) - *Geomorfologia della pianura modenese e studio d'impatto ambientale del tracciato ferroviario ad alta velocità nel territorio di Castelfranco Emilia*. Tesi di Dottorato, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, p. 198.

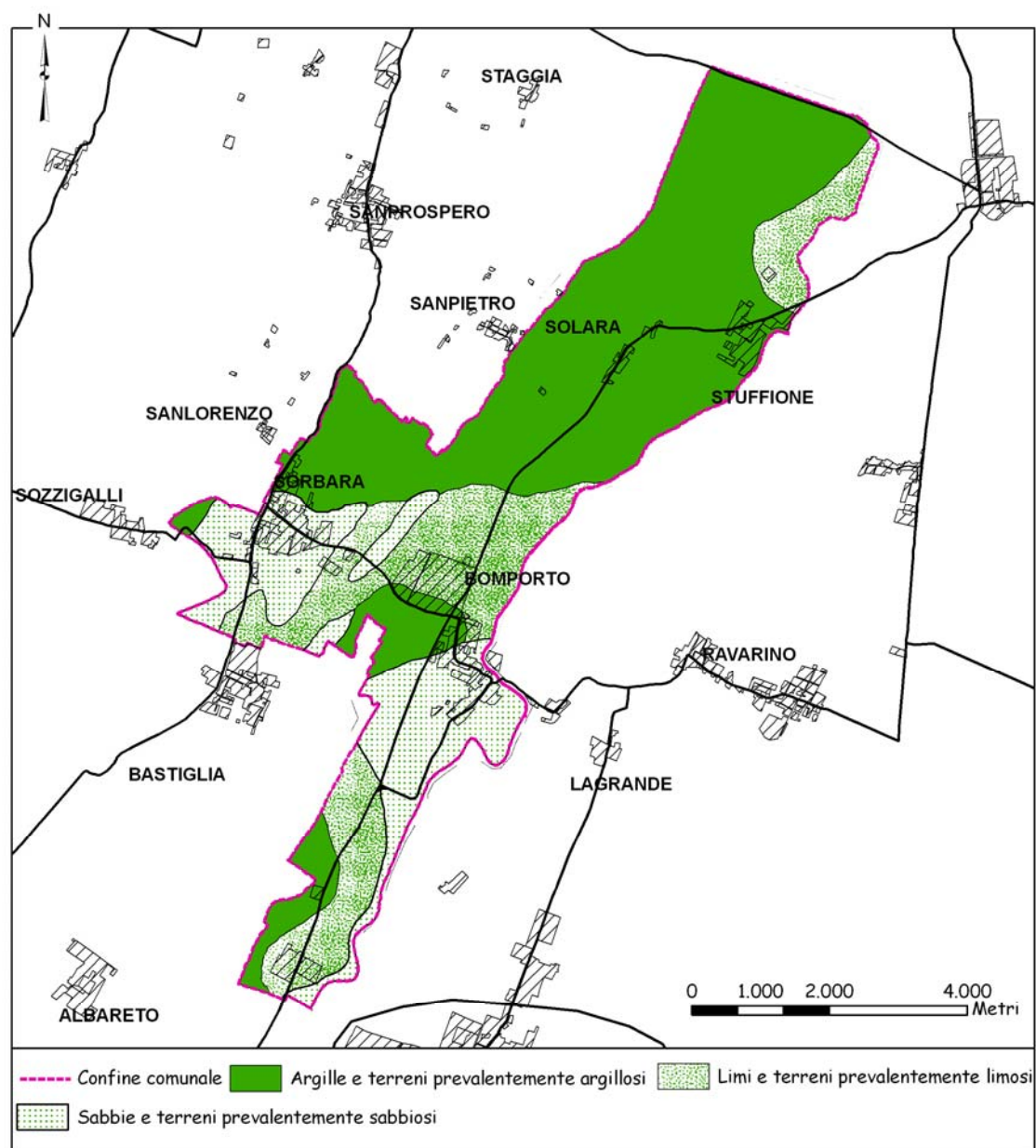


Fig. 6.9 - Carta della litologia di superficie (QC.6/t1) su base semplificata

6.1.5 Geomorfologia

La caratterizzazione geomorfologia del territorio del Comune di Bomporto è stata eseguita sulla base della documentazione bibliografica esistente, che colloca il territorio in un quadro di riferimento a scala provinciale, dove gli elementi principali caratterizzanti la morfologia, sono rappresentati dalle forme e dai depositi fluviali.

In particolare, per l'elaborazione della carta della "Geomorfologia" (Tavola QC.6/t2) si è fatto riferimento ai seguenti studi:

- "Geomorfologia della pianura modenese e studio d'impatto ambientale del tracciato ferroviario ad alta velocità nel territorio di Castelfranco Emilia"⁹;
- "Geomorfologia ed evoluzione recente della Pianura Padana"¹¹;

¹¹CASTALDINI D. (1987) - *F° 75 Mirandola: un esempio di cartografia geomorfologica* - Atti della Riunione dei Ricercatori di Geologia, Milano

- "Carta Geomorfologia della Pianura Padana", AAVV;
- "Carta geomorfologica", Bergonzoni A. & Elmi C;

I contenuti emersi sono stati verificati con la cartografia aerea e attraverso l'analisi delle curve di livello (equidistanza 0.5 m), ricostruite tramite l'interpolazione grafica dei punti quotati del terreno naturale (si veda il paragrafo successivo "Microrilievo").

Tutte le forme del paesaggio riconosciute sul territorio in esame sono state rappresentate nella tavola QC.6/t2 "Geomorfologia" riportata in fig. 6.10.

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di forme lineari rilevate, dette "dossi", corrispondenti ad alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse all'interno delle quali l'acqua tenderebbe a ristagnare, se non allontanata dai canali di bonifica. I dossi e i paleodossi sono di forma generalmente allungata e sinuosa, poco rilevanti e dolcemente raccordanti alle superfici adiacenti.

Con particolare riferimento alla cartografia prodotta, i dossi fluviali di maggiori dimensioni si riconoscono lungo gran parte del confine comunale orientale, con direzione approssimativamente NE-SO. Lungo il confine comunale occidentale, un lembo di dosso fluviale del Fiume Secchia separa, con direzione locale all'incirca NO-SE, Sozzigalli da Sorbara; in corrispondenza di Sorbara, un altro dosso mostra un andamento O-E, per poi deviare verso Solara con direzione NE-SO. Un dosso minore, a sud di Bomporto, mostra anch'esso un andamento O-E.

La distribuzione dei dossi e, più in generale, delle unità geomorfologiche degli argini naturali e dei bacini interfluviali ha condizionato e condiziona tuttora sia l'assetto idraulico di superficie che la distribuzione degli insediamenti antropici, soprattutto storici: le strutture rilevate (dossi), vere e proprie direttrici geomorfologiche, sono state infatti sede preferenziale dello sviluppo insediativo e viario, a causa della migliore difesa dalle esondazioni e delle migliori condizioni geotecniche dei terreni; al contrario le aree depresse, specie nelle zone di vera e propria conca, sono state sede di paludi ed acquitrini fino alla avvenuta bonifica.

Lo sviluppo planoaltimetrico dei dossi qui proposti, così come quello delle aree morfologicamente depresse di seguito richiamate, differisce a luoghi sensibilmente da quello proposto dal PTCP di Modena; le differenze sono da ricondurre al maggiore dettaglio di studio qui sviluppato, alle nuove possibili valutazioni offerte dal modello digitale del terreno messo a disposizione dalla RER ed alle conoscenze offerte dal recente studio sulla geomorfologia della pianura modenese eseguito dalla Dott.sa Giusti (2001) richiamato nel paragrafo successivo.

Altre tracce paleoidrografiche sono rappresentate dai "paleoalvei a livello della pianura". Si tratta di forme lineari sinuose, alla stessa quota del piano campagna circostante, che si rinvencono principalmente nella media pianura con direzione analoga a quella dei dossi. Visibili principalmente attraverso l'analisi delle fotografie aeree, consentono, insieme ai dossi, di ricostruire l'evoluzione nel tempo dell'idrografia.

Sono stati riportati anche i ventagli d'esondazione (o conoidi di rotta fluviale), ascrivibili ad episodi di esondazione dei principali corsi d'acqua e concentrati principalmente in corrispondenza dei loro alvei pensili.

Nelle cartografie è stato anche segnalato l'inizio del tratto arginato dei corsi d'acqua di maggiore importanza; qualora questo si posizioni al di fuori delle carte, il simbolo corrispondente è stato comunque disegnato al margine meridionale delle carte stesse.

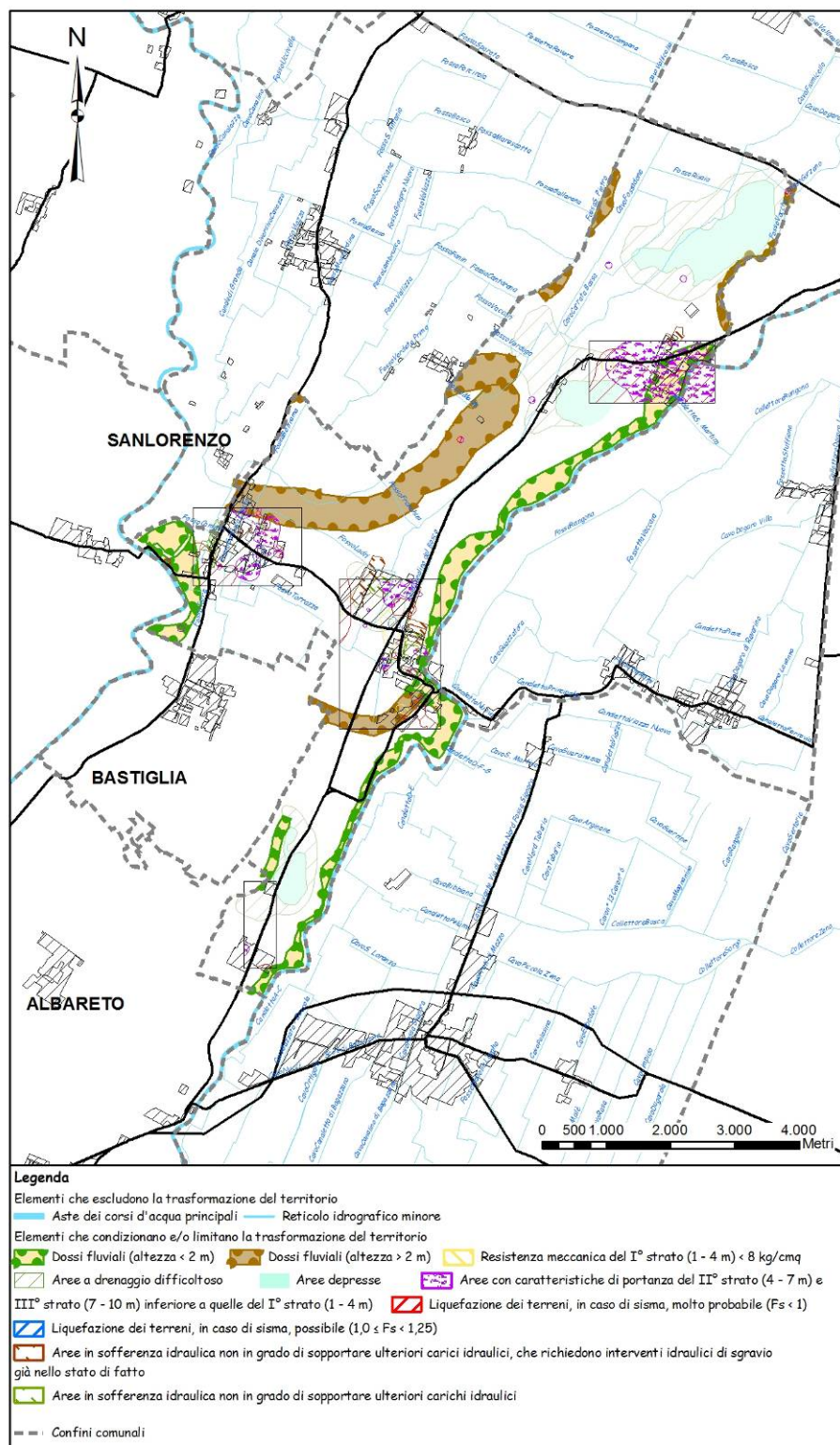


Fig. 6.10 - Carta geomorfologica (QC.6/t2) su base semplificata

Accanto alle zone morfologicamente rilevate sono state perimetrate le aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso e le aree a debolissima pendenza con deflusso idrico difficoltoso, dove le prime sono riconoscibili per la minori quote possedute rispetto alle aree circostanti e le seconde per il bassissimo gradiente topografico. Esse rappresentano le aree di maggior rischio idraulico, non solo in caso di

esondazione, ma anche nel caso di eventi pluviometrici di eccezionale durata e/o intensità, che possono mettere in crisi la rete scolante o produrre ristagni di acqua, specialmente laddove siano favoriti anche dalla scarsa permeabilità della litologia di superficie.

6.1.6 Microrilievo

Per l'area in esame, grazie ai punti quotati resi disponibili dalla Regione Emilia Romagna - Servizio Sistemi Informativi Geografici, è stato possibile realizzare una ricostruzione altimetrica con buona accuratezza; il risultato di questa operazione è visibile nella tavola figura 6.11, che rappresenta, in modo tridimensionale, la morfologia dell'intero territorio comunale.

I punti quotati, da cui derivano queste elaborazioni, sono stati ottenuti tramite campagne di misura svolte negli anni 1985 - 1988, realizzate per conto della Regione Emilia Romagna. L'età di questi rilevamenti, circa due decenni, è considerevole; inevitabilmente i fenomeni di subsidenza, perpetuatisi anche in tempi recenti, possono avere alterato l'elevazione del piano campagna.

Nonostante questo, la ricostruzione del rilievo si è rivelata uno strumento importante nella definizione delle forme del terreno dell'area in esame.

La ricostruzione tridimensionale ha utilizzato 4.648 punti quotati, dei quali almeno la metà ricadenti all'interno del territorio comunale; l'utilizzo di una certa quantità di punti esterni aggiuntivi è stato necessario per definire, con la stessa precisione spazio-altimetrica, anche le aree di confine. Nel metodo di elaborazione scelto per la ricostruzione tridimensionale, i punti quotati rappresentano i nodi di una maglia a celle triangolari non sovrapposte che soddisfa il criterio geometrico di Delaunay: ogni circonferenza che racchiude un triangolo non contiene altri nodi se non quelli che compongono il triangolo stesso. Il risultato è un modello tridimensionale denominato TIN (Triangular Irregular Network) che, insieme al dato morfologico, permette di visualizzare anche quello altimetrico attraverso una classificazione cromatica delle fasce altitudinali; nella tavola di seguito riportata, tale classificazione è stata eseguita utilizzando fasce altimetriche di 0,5 m. Alle fasce di quota più elevate sono state assegnate tonalità di grigio e marrone; alle fasce intermedie tonalità verdi e ocra; alle fasce più basse tonalità di azzurro.

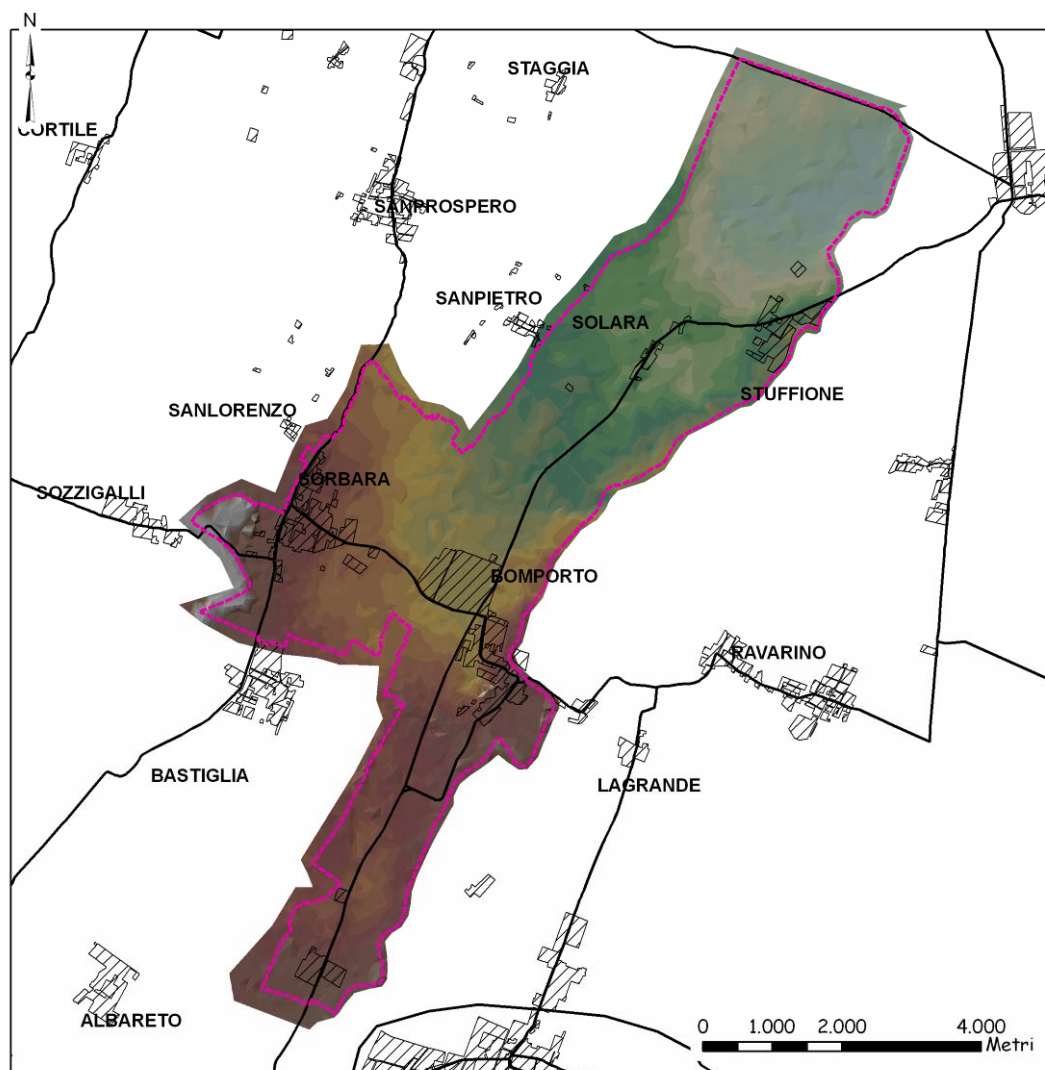


Fig. 6.11 - Microrilievo su base topografica semplificata, ottenuto dall'elaborazione dei dati numerici del terreno forniti dalla RER

Dal punto di vista topografico l'area comunale presenta una morfologia insospettabilmente varia se si tiene conto che si colloca nella media e bassa pianura; le quote variano all'interno del territorio tra i 33 - 30 m s.l.m. dell'estremità sud-occidentale (tra Sozzigalli e Sorbara), ai 15 m s.l.m. della zona nord-orientale (ad est di Camposanto), con un decremento graduale.

La porzione altimetricamente più elevata è quella che dai confini meridionale e sud-occidentale si estende fino a San Lorenzo e Bomporto, con quote che vanno da 33 m a 23 m. In continuità con essa, senza brusche variazioni di pendio, è la porzione centrale che da Bomporto (più a sud) e Sorbara (più a nord) si estende fino a nord di Stuffione, con quote che vanno da 23 - 20 m a 18 m. La porzione più bassa è rappresentata dall'area depressa in prossimità di Camposanto, con quote che vanno da 18 m a 15 m.

Per quanto riguarda la ricostruzione morfologica di dettaglio, le forme del terreno proposte dai precedenti Autori hanno trovato grossomodo conferma nella modellizzazione tridimensionale eseguita in questo studio, sebbene debba essere sottolineato che tale modellizzazione non può raggiungere il livello di dettaglio che solo la verifica sul terreno e l'interpretazione di fotografie aeree ottengono.

Per questo, le forme principali sono state riportate in base al quadro geomorfologico definito da Giusti (2001), elaborato sulla base di rilevamenti di dettaglio,

dell'interpretazione di fotografie aeree e della costruzione di un modello altimetrico tridimensionale (con una metodologia differente rispetto a quella proposta in questo studio) ed implementate con le elaborazioni svolte nel presente lavoro. Dal quadro geomorfologico proposto, supportato dal modello altimetrico tridimensionale a maglia triangolare, appaiono alcune discrepanze rispetto al quadro geomorfologico proposto nel PTCP della Provincia di Modena (fig. 6.12).

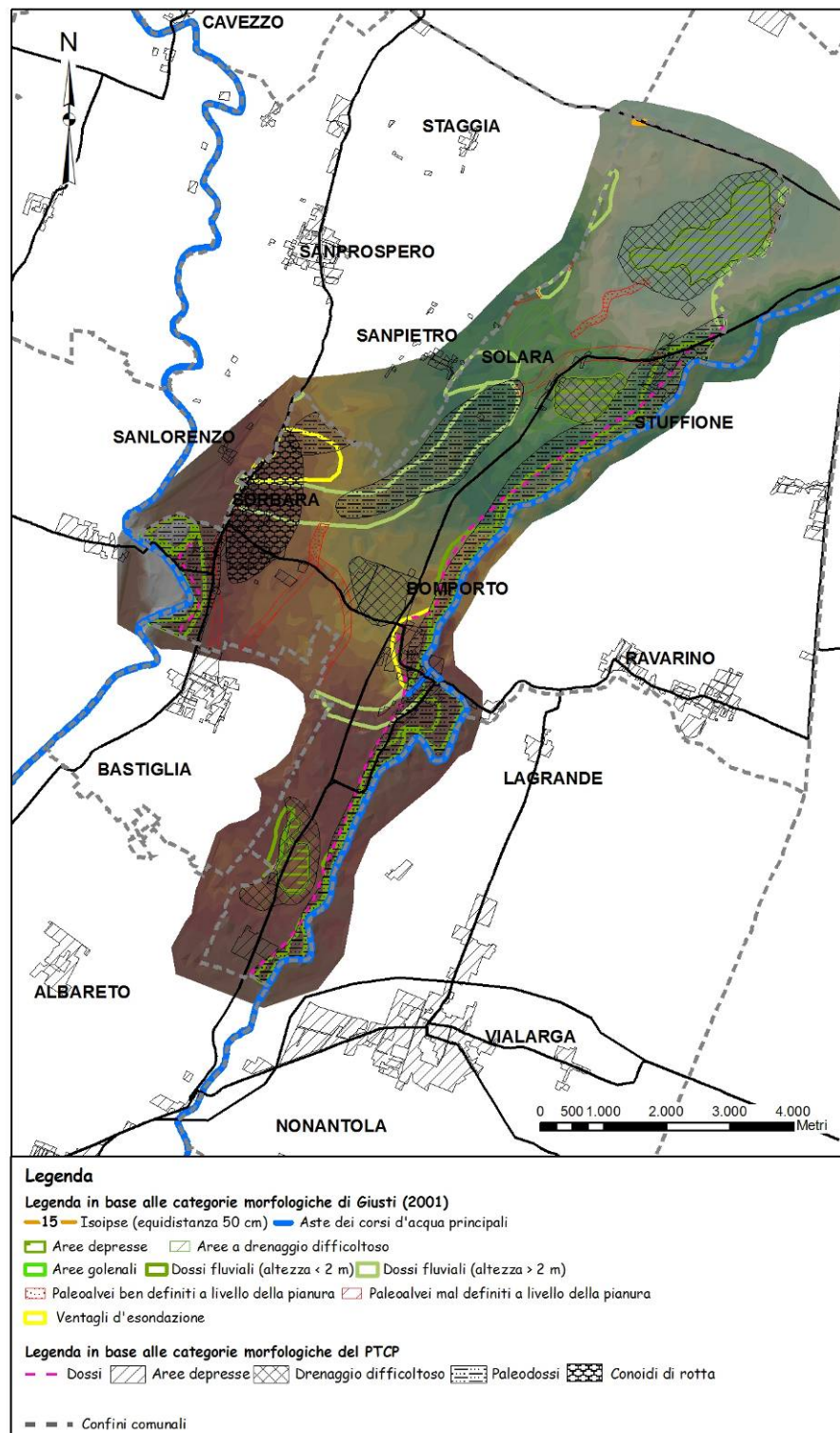


Fig. 6.12 - Confronto tra il quadro geomorfologico contenuto nel PTCP della Provincia di Modena e quello ricostruito da Giusti (2001).

Le maggiori differenze riguardano la perimetrazione dei dossi fluviali e il loro stato di attività. Sebbene la localizzazione dei dossi e le rispettive direttrici siano molto simili nelle due fonti, il PTCP sovrastima, rispetto a Giusti, la larghezza del dosso più occidentale, soprattutto nel suo tratto nord-orientale: il paleo-dosso si allarga maggiormente verso ovest, mentre il dosso sembra approssimare il perimetro di quello riportato da Giusti. Il dosso che unisce Sorbara a Solara è sottostimato, in lunghezza, dal PTCP, mentre i dossi, che in Giusti sono rappresentati nei lati nord-occidentale e sud-occidentale del territorio comunale, non sono contemplati dal PTCP.

Per quanto riguarda le aree depresse, tra i due studi vi è una generale corrispondenza, sebbene il PTCP distingua tra aree depresse e aree a drenaggio difficoltoso. Ad est di Bomporto, il PTCP descrive un'area a drenaggio difficoltoso non presente in Giusti.

I ventagli di esondazione (o conoidi di rotta) vengono individuati, da Giusti, in corrispondenza di Bomporto e a nord-est di Sorbara; il PTCP, per quest'ultima località, individua un ventaglio d'esondazione molto ampio, che comprende gran parte dell'areale abitato e che interseca parzialmente il ventaglio d'esondazione identificato da Giusti. Il ventaglio di Sorbara identificato dal PTCP sembra essere collegabile alla dinamica fluviale del fiume Panaro mentre quello identificato da Giusti sembra legato alla dinamica fluviale pertinente al dosso adiacente.

In più, rispetto al PTCP, Giusti descrive anche i paleoalvei, distinguendo tra "ben definiti a livello della pianura" e "mal definiti a livello della pianura", forme lineari alla stessa quota del piano campagna circostante, che si rinvergono principalmente nella media pianura con direzione analoga a quella dei dossi. L'andamento complessivo di questi paleoalvei, insieme a quello dei dossi, consente di ricostruire in maggior dettaglio l'evoluzione nel tempo dell'idrografia.

6.1.7 Il fenomeno della subsidenza

Per la stesura del seguente paragrafo, data la complessità del tema e la necessità di dati a più vasta scala, peraltro rilevabili solamente con misure protratte nel tempo e con sistemi sofisticati, si è fatto ampio riferimento a quanto reperito in bibliografia ed a quanto pubblicato e disponibile in rete (web) sull'argomento.

In questa sede ci si è limitati ad eseguire alcune considerazioni sui dati esistenti del fenomeno "subsidenza" messi a disposizione dal sito web della Regione Emilia Romagna¹², dell'ARPA Dipartimento d'Ingegneria Ambientale e del PTCP della Provincia di Modena (aggiornamento al 27 luglio 2007).

Innanzitutto cos'è la subsidenza? La subsidenza indica il progressivo abbassamento del terreno dovuto a cause naturali ed artificiali; il fenomeno di *subsidenza naturale* è caratterizzato sia dal costipamento provocato dal peso dei carichi sovrastanti sui sedimenti incoerenti (limo, argilla e torba), che dal movimento del substrato roccioso. Il fenomeno di *subsidenza artificiale* è imputabile all'azione dell'uomo, in relazione all'estrazione di acqua dal sottosuolo, allo sfruttamento dei livelli contenenti metano, alla bonifica di valli e di terreni paludosi, all'alterazione, spesso dovuta ad inquinamento, delle caratteristiche chimiche delle acque sotterranee.

L'azione di costipamento indotta dal prelievo delle risorse idriche del sottosuolo, si verifica in seguito alla diminuzione della pressione neutra presente nei pori; infatti la presenza dell'acqua, all'interno degli spazi intergranulari dei terreni, esercita una pressione "neutra" che si sviluppa in tutte le direzioni. L'allontanamento dell'acqua determina una diminuzione

¹² http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/subsidenza/supporto_sgss/Intro.htm

della pressione neutra, con conseguente depressurizzazione del terreno ed aumento della tensione effettiva, quella cioè collegata al "peso" dei granuli che compongono il terreno: ne deriva una compattazione e deformazione del terreno stesso.

Gli effetti di un abbondante emungimento idrico si estendono a tutto il sistema di acquiferi ed acquitardi, essendo l'acqua presente in tutti i mezzi permeabili. Inoltre, il fenomeno assume ritmi lenti, con effetti notevolmente ritardati nel tempo.

I terreni a granulometria più grossolana risentono in misura inferiore dell'azione del costipamento rispetto a quelli fini.

Costipamento e subsidenza sono causati anche dall'estrazione di idrocarburi dal sottosuolo, sia liquidi che gassosi; tuttavia, in questo caso, i terreni "serbatoio" degli idrocarburi subiscono un abbassamento pressoché immediato, limitato nello spazio, essendo solitamente confinati arealmente.

Come risulta evidente dalla figura che segue, in cui le colorazioni più accese rappresentano i maggiori abbassamenti del suolo, le zone maggiormente colpite dal fenomeno sono quelle dell'area bolognese e romagnola.

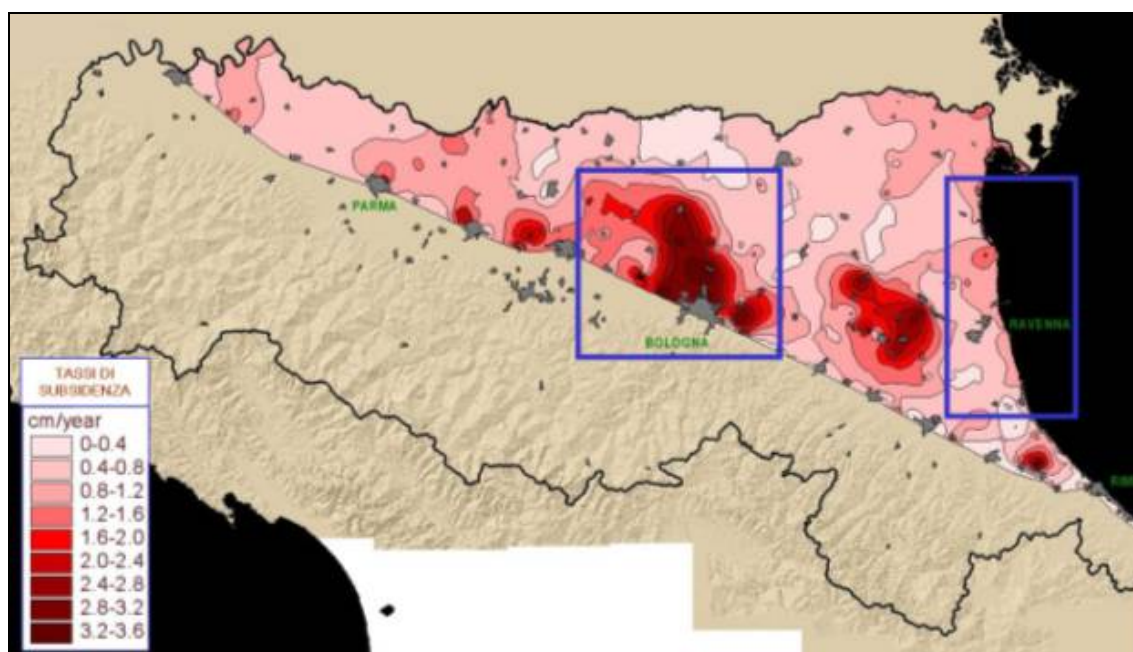


Fig. 6.13 - Distribuzione della subsidenza nella pianura emiliano romagnola nel periodo 1973/93-1999 e delimitazione di due aree critiche oggetto di studi specifici¹³

Nella Provincia di Modena, gli effetti più rilevanti della subsidenza si sono manifestati nel capoluogo fra gli anni '60 e '70 e sono imputabili al forte prelievo idrico dalle falde seguito all'industrializzazione della città. In particolare, già a partire dai primi anni '70 erano evidenti gli effetti negativi sugli edifici storici (Accademia Militare) e perdite di pendenza significative sia nella rete idrica di approvvigionamento, che in quella fognaria. Grazie a normative amministrative tese a diminuire gli emungimenti, nei decenni a seguire i livelli piezometrici tornarono ad aumentare, con parziali ricadute, ma mai di intensità paragonabili a quelle degli anni '60 e '70.

La *subsidenza antropica* è oggetto di monitoraggio in Emilia Romagna da oltre 50 anni ad opera di Enti diversi che hanno istituito e misurato, in epoche diverse, reti di livellazione in ambiti locali più o meno limitati. Tali iniziative, osservate in un contesto regionale, rivelano sovrapposizioni, disomogeneità e lacune tali da rendere estremamente difficoltosa la definizione di un quadro organico del fenomeno.

¹³ Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna

Al fine di superare tali difficoltà ARPA, su incarico della Regione e in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna, ha progettato ed istituito nel 1997-1998 una Rete Regionale di Monitoraggio della Subsidenza costituita, in particolare, da una rete di livellazione geometrica di alta precisione con oltre 2.300 capisaldi e una rete di circa 60 punti GPS. Entrambe le reti sono state progettate a partire dal vasto patrimonio di capisaldi esistenti in un'ottica di ottimizzazione e valorizzazione delle precedenti esperienze selezionate ed integrate in funzione di un progetto a scala regionale.

Nel 1999 si è reso possibile, grazie ai finanziamenti della Regione Emilia-Romagna e del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica, pervenire alla realizzazione della prima misura della rete.

Già in questa fase di primo rilievo della rete si è cercato di pervenire ad una quantificazione del fenomeno della subsidenza attraverso il confronto fra le quote rilevate nel 1999 e le quote storiche, laddove presenti, opportunamente omogeneizzate. I risultati sono stati evidenziati attraverso profili di abbassamento costruiti lungo direttrici principali, diagrammi quota-tempo di capisaldi rappresentativi ed una carta a curve di ugual velocità di abbassamento a livello regionale. Si tratta, tuttavia, di risultati parziali, non essendo ancora possibile realizzare un confronto a tappeto sull'intera rete, bensì solo su circa il 50% dei capisaldi, distribuiti neppure uniformemente.

Parallelamente è stato realizzato un sistema informativo, attualmente in formato Microsoft Access 2000, che si è rivelato, sin dalle prime fasi di istituzione della Rete, uno strumento gestionale di fondamentale importanza. Le potenzialità di tale sistema sono state successivamente incrementate rispetto alla sua versione iniziale al fine di gestire anche l'enorme patrimonio storico che la Rete, costituita in gran parte da capisaldi preesistenti, possiede. Ulteriori aggiornamenti sono stati realizzati in seguito alla prima misura della Rete nel 1999. Nel periodo successivo è andato via via aumentando l'interesse nei confronti della Rete (livellazione e GPS) da parte di diverse categorie di operatori (professionisti, Società, Enti Pubblici ed Università), che hanno trovato in essa uno strumento aggiornato utile per svariate finalità o compiti istituzionali. Al fine, quindi, di migliorare la fruibilità di tali dati, è stato realizzato un sito web¹⁴, operativo dalla fine del 2002, in cui è possibile visualizzare e scaricare gli elementi fondamentali della Rete ovvero le monografie dei capisaldi di livellazione e dei punti GPS.



Fig. 6.14 - Reti di livellazione regionali (Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna)

¹⁴ <http://rete-subsidenza-er.arpa.emr.it>

Nel 2001-02 è stata anche effettuata una ricognizione generale su tutta la rete al fine di provvedere sia alla sua manutenzione, attraverso il ripristino dei capisaldi scomparsi, sia all'aggiornamento del sistema informativo. In tale occasione la rete è stata ampliata procedendo ad un raffittimento nell'area litoranea con l'inserimento di oltre 200 capisaldi già appartenenti ad altre reti e già oggetto di misura durante la campagna del 1999. Il sistema informativo così aggiornato viene ora reso disponibile in *rete* per quanto riguarda i suoi elementi costitutivi fondamentali, ovvero le monografie dei capisaldi di livellazione e dei punti GPS complete della quota rilevata nel 1999.

Nel 2002, su incarico della Regione, è stato ripetuto il rilievo della sola rete GPS, aggiornando così le conoscenze sui movimenti del suolo nel periodo 1999-2002 relativamente ai punti della rete stessa.

Nel 2005 ARPA, su incarico della Regione, ha avviato il progetto "*Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola*", che si è sviluppato attraverso 5 successivi stralci finalizzati all'aggiornamento delle conoscenze geometriche relative al fenomeno della subsidenza; obiettivo principale del lavoro è stato quello di fornire un quadro conoscitivo, da un punto di vista geometrico, sull'andamento del fenomeno della subsidenza, relativamente all'intero territorio regionale (circa 11.000 Km²). L'indagine si è quindi configurata come l'aggiornamento del primo rilievo della *Rete Regionale di Controllo della Subsidenza* (1999), che aveva permesso di realizzare la prima carta regionale a curve di ugual velocità di abbassamento del suolo.

L'aggiornamento al 2006 della prima carta è stato realizzato affiancando al metodo classico della livellazione geometrica di alta precisione, il metodo satellitare dell'analisi interferometrica di dati radar S.A.R. (Synthetic Aperture Radar), estesa all'intero territorio di pianura della regione.

La prima tecnica ha come scopo principale quello di prestare un supporto topografico alla seconda tecnica, di tipo satellitare, la quale evidenzia le velocità di movimento verticale del suolo con un grado di discretizzazione molto superiore rispetto alle livellazioni (oltre 100.000 punti).

A tal fine quindi, nel 2005 è stata realizzata la misura di una rete di livellazione - sottoinsieme della Rete Regionale - di circa 1000 Km di sviluppo con oltre 1000 capisaldi.

La rete del 2005 interessa la Provincia di Modena con due direttrici:

- 1) da Reggio Emilia a Ravenna (profilo 5);
- 2) Via Emilia - da Reggio Emilia a Rimini (profilo 4)

Con tratto grigio vengono riportate le linee della rete regionale rilevate nel 1999 e non ripetute nel 2005.

Come si evince dalla figura 6.15 esistono due profili di studio che possono essere presi a riferimento per il territorio di Bomporto: quello sulla direttrice Via Emilia a sud (profilo 4) e quello sulla direttrice da Reggio Emilia a Ravenna a nord (profilo 5). Quello più prossimo è comunque il profilo 5, che si colloca grosso modo tra la media e la bassa pianura ed evidenzia abbassamenti marcati in corrispondenza di Carpi - fino a 9 mm/anno nell'area compresa tra Carpi e Limidi; questi abbassamenti risultano paragonabili con la tendenza desumibile dai dati disponibili per il periodo 1992 - 1999. A Limidi gli abbassamenti tornano su valori naturali per poi iniziare a crescere progressivamente: Bomporto (10 mm/anno) in diminuzione, Ravarino (15 mm/anno) in sostanziale continuità rispetto al precedente periodo (1985-1999).

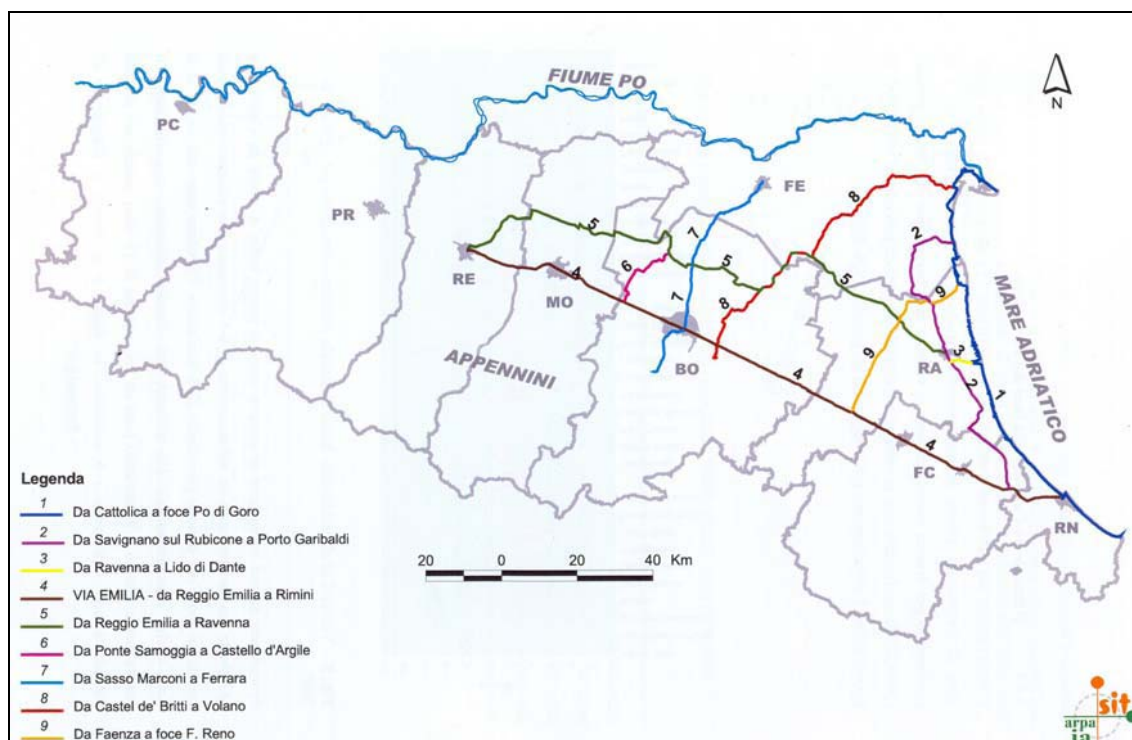


Fig. 6.15- Quadro d'unione dei profili di abbassamento (Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna)

Nel 2006 è stata realizzata infine l'analisi interferometrica¹⁵ e sono state compiute, in collaborazione con il DISTART della facoltà d'Ingegneria di Bologna, le operazioni necessarie per la validazione e la messa a punto dei dati radar, al fine del loro concreto utilizzo per la redazione della nuova carta delle velocità di movimento verticale del suolo. In particolare, sulla base della disponibilità dei dati satellitari, sono state realizzate due diverse cartografie a curve isocinetiche: la prima relativa al periodo 1992-2000 (Fig. 6.16) e la seconda relativa al periodo 2002-2006 (Fig. 6.17).

Con riferimento al territorio comunale di Bomporto si evidenzia un sostanziale equilibrio con velocità di movimento verticale del suolo con valori compresi tra i 5.0 e i 10.0 mm, sia nel periodo 1992-2000 che nel periodo 2002-2006.

Nel periodo 2002-2006 si segnala inoltre un restringimento delle aree interessate dai movimenti verticali.

¹⁵ in collaborazione con: TRE-Telerilevamento Europa, spin-off del Politecnico di Milano

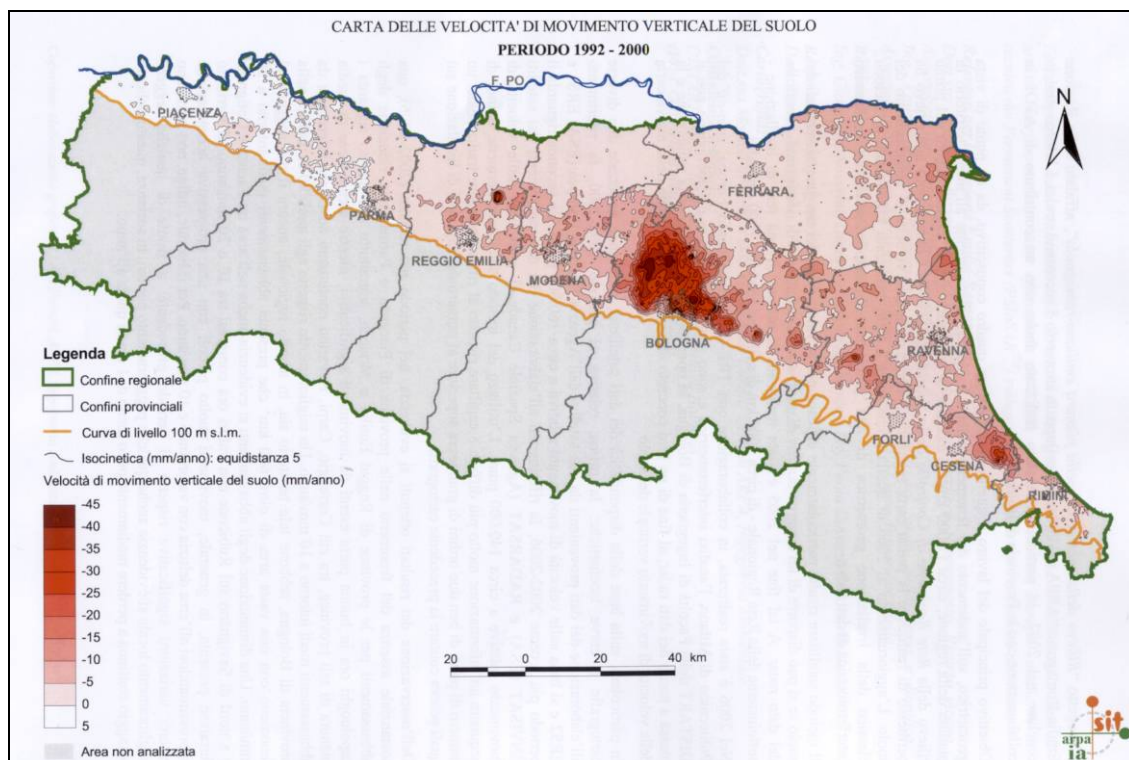


Fig. 6.16- Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 1992-2000 (Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna)

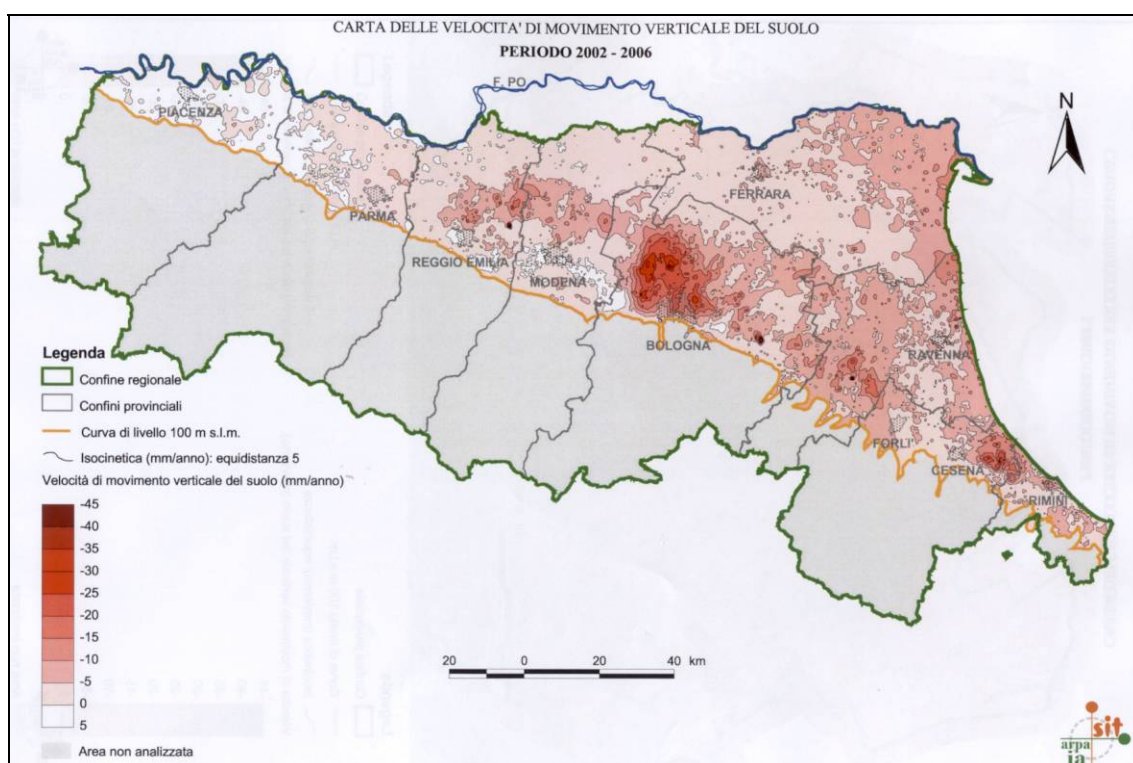


Fig. 6.17- Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 2002 -2006 (Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna)

6.1.8 Resistenza meccanica dei terreni

6.1.8.1 Indagini geognostiche

La caratterizzazione geotecnica dei terreni del primo sottosuolo in termini di resistenza meccanica, è stata condotta attraverso l'analisi di prove penetrometriche esistenti, fornite dall'Ufficio Tecnico del comune di Bomporto e tratte dalle relazioni geologiche e geotecniche allegate ai progetti urbanistici ed edilizi, realizzate nei territori comunali dagli anni '90 al 2007.

Sono state raccolte tutte le prove penetrometriche esistenti e disponibili sul territorio, e successivamente vagliate in modo da selezionare tutte quelle che presentavano i requisiti necessari per eseguire le successive elaborazioni. La scelta delle prove è stata eseguita basandosi in primo luogo sulla possibilità di effettuare una corretta ubicazione geografica, in secondo luogo sulla disponibilità dei tabulati e/o i diagrammi con i valori penetrometrici necessari per poter essere inseriti negli appositi fogli di calcolo ed eseguire le elaborazioni. Sono state complessivamente selezionate 349 prove penetrometriche che, considerando le granulometrie dei terreni presenti nel sottosuolo, sono tutte ad infissione statica.

Di seguito è riportato il numero di prove analizzate suddivise per località.

LOCALITÀ	NUMERO PROVE PENETROMETRICHESTATICHE
BOMPORTO CAPOLUOGO	199
SORBARA	102
SOLARA	26
VILLAVARA	12
CASE SPARSE	10
TOTALE	349

L'ubicazione delle prove penetrometriche è riportata nella tavola QC.6/t4 denominata "Resistenza meccanica dei terreni".

Ciascuna prova è stata numerata e nominata utilizzando le istruzioni per il caricamento in banca dati dei dati geognostici definite dall'Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna (dicembre 1995).

Le indagini geognostiche ubicate sono contrassegnate dal simbolo • con a fianco il codice identificativo della prova costituito da:

- numero della CTR in scala 1:5.000 sulla quale ricade il dato;
- lettera indicante il tipo di indagine geognostico (nel nostro caso è riportata sempre la lettera C corrispondente alle prove penetrometriche statiche);
- numero dell'indagine geognostico (es. 001, 002, ecc.);
- nel caso in cui nello stesso punto sulla carta vi siano più prove dello stesso tipo, si ricorre all'uso delle lettere poste dopo le cifre. Le lettere, in questo caso, sono indicative del numero di prove presenti nel seguente modo: A=1, B=2, C=3.... in ragione della posizione della lettera nell'alfabeto. Ad esempio: C001B , significa che ci sono due perforazioni poste nel punto 1 sulla carta.

Tutte le prove sono state elaborate utilizzando un foglio di calcolo automatico mediante il quale sono stati ottenuti:

- tabulati di calcolo nei quali sono riportati i valori misurati in sito ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, della *resistenza penetrometrica alla punta* R_p , espressi in kg/cm^2 , i valori della *resistenza*

laterale locale R_L , sempre espressi in kg/cm^2 , nonché i valori del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale R_p / R_L ;

- diagrammi penetrometrici dove sono state riportate due curve e precisamente la curva della resistenza penetrometrica alla punta (R_p : pressione di rottura del terreno), espressa in kg/cm^2 , e la curva del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale (R_p / R_L : rapporto di Begemann).

6.1.8.2 Elaborazione ed esiti della resistenza meccanica dei terreni

L'elaborazione delle prove penetrometriche a disposizione ha consentito l'esecuzione di un'analisi relativa alla resistenza meccanica dei terreni delle zone in studio, in particolare sono state realizzate quattro elaborazioni:

- "Carta della resistenza meccanica del terreno (elaborazione di R_p medio 1° strato da -1,0 a -4,0 m dal p.c.)" Tavola QC.6/t4;
- "Carta della resistenza meccanica del terreno (elaborazione di R_p medio 2° strato da -4,0 m a -7,0 m dal p.c.);"
- "Carta della resistenza meccanica del terreno (elaborazione di R_p medio 3° strato da -7,0 a -10,0 m dal p.c.);"
- "Carta delle zone in cui la resistenza meccanica del terreno del 2° e 3° strato risulta inferiore a quella del 1° strato" inserita nella Tavola QC.6/t4.

L'elaborazione interessa per la maggior parte le sole aree urbanizzate, in corrispondenza delle quali sono disponibili i dati penetrometrici; sono inoltre presenti indagini geognostiche sparse per le zone agricole del territorio in esame, le quali sono state elaborate e trattate singolarmente come dati puntuali.

È necessario tuttavia sottolineare il carattere assolutamente indicativo e di larga massima delle carte, elaborate al fine di fornire indicazioni sommarie sulle caratteristiche dei terreni presenti ed indagati, utili tuttavia nella progettazione delle trasformazioni del territorio.

L'individuazione di facies geotecniche, così definite, non potrà comunque essere utilizzata per progettazioni di massima e tanto meno esecutive di interventi edilizi o infrastrutturali, fasi, queste, in cui l'attuale normativa impone la conoscenza quantitativa delle caratteristiche meccaniche del substrato, secondo volumi e metodologie di prospezione relazionate all'importanza ed alle caratteristiche del progetto da eseguire (D.M. 11/03/1988 e circ. LL.PP. 24/09/1988 n° 30483).

Il sottosuolo indagato è stato suddiviso in tre intervalli, utili al fine della costruzione delle carte e descrittivi ai fini geotecnici:

- Strato 1) da -1,0 m a -4,0 m
- Strato 2) da 4,0 m a 7,0 m
- Strato 3) da 7,0 m a 10,0 m

È stato escluso lo strato superficiale (assunto uniformemente dello spessore di 1,0 m), costituito da suolo agrario, spesso caratterizzato dalla presenza di terreno di riporto o fortemente alterato e comunque caratterizzato da processi stagionali di umidificazione ed essiccazione.

Con una prima elaborazione delle prove si sono ricavati i valori medi di R_p per ogni intervallo, successivamente si sono inseriti in modo automatico nella carta topografica vettorializzata i punti d'ubicazione delle prove, associando all'entità disegno, quattro attributi corrispondenti alle quattro colonne della tabella, ovvero: numero identificativo della prova e valori di R_p medio per i tre intervalli considerati.

La disponibilità dei dati puntuali georeferenziati ha quindi consentito, mediante un programma d'interpolazione automatica, la costruzione di aree caratterizzate da un valore di R_p medio del primo intervallo compreso entro un range predefinito e caratterizzante una predefinita classe di resistenza meccanica del terreno.

L'elaborazione automatica (carta della "Resistenza meccanica del terreno" - tavola QC.6/t4) è stata eseguita utilizzando i valori di R_p medio riferiti al primo strato di terreno compreso tra 1,0 e 4,0 metri di profondità, in quanto direttamente interessato, nella maggior parte dei casi, dalle più comuni opere di fondazione, pur non essendo comunque stati trascurati gli strati sottostanti.

L'elaborazione, vista la rilevante disomogenea distribuzione delle prove sull'area urbanizzata, ha richiesto alcune approssimazioni e semplificazioni del tutto accettabili, considerando l'uso descrittivo e non applicativo della carta della "Resistenza meccanica del terreno"; va comunque sottolineato che i giudizi assegnati alle classi di resistenza meccanica, pur essendo ovviamente relativi, consentono tuttavia di ottenere una prima indicazione sulla qualità del terreno ai fini edificatori.

Sono state individuate cinque classi di resistenza meccanica sulla base dei valori di R_p :

Classe 1	$R_p < 8 \text{ Kg/cm}^2$	Resistenza meccanica scarsa
Classe 2	$8 \text{ Kg/cm}^2 \leq R_p < 12 \text{ Kg/cm}^2$	Resistenza meccanica mediocre
Classe 3	$12 \text{ Kg/cm}^2 \leq R_p < 16 \text{ Kg/cm}^2$	Resistenza meccanica discreta
Classe 4	$16 \text{ Kg/cm}^2 \leq R_p \leq 20 \text{ Kg/cm}^2$	Resistenza meccanica buona
Classe 5	$R_p > 20 \text{ Kg/cm}^2$	Resistenza meccanica molto buona

Classe 1 - Resistenza meccanica scarsa

Comprende zone caratterizzate da terreni di qualità scadente nel primo intervallo considerato; in tali aree, l'eventuale edificazione prevista potrà adottare le normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di modesto impegno (modeste pressioni di esercizio unitarie e distribuzione omogenea e simmetrica dei carichi), mentre per edifici che richiedano fondazioni diverse, occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva e si dovrà porre particolare attenzione anche alle caratteristiche geotecniche degli strati sottostanti.

Classe 2 - Resistenza meccanica mediocre

Vi sono comprese zone caratterizzate da qualità meccaniche mediocri nel primo intervallo considerato; si tratta di zone in cui l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare le normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedano fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva. Anche in questo caso sarà di notevole importanza verificare le caratteristiche degli intervalli sottostanti il primo.

Classe 3 - Resistenza meccanica discreta

Si tratta di aree in cui le caratteristiche meccaniche del primo intervallo considerato sono discrete e per le quali risulta quindi possibile adottare le normali tecniche costruttive anche per insediamenti residenziali relativamente impegnativi ove previsti; opere di un certo impegno possono richiedere l'impiego di fondazioni profonde, ma senza particolari difficoltà costruttive. In questo ultimo caso sarà tuttavia importante valutare le caratteristiche dei terreni sottostanti.

Classe 4 - Resistenza meccanica buona

Sono zone caratterizzate da terreni con buone qualità meccaniche nel primo intervallo considerato e per i quali l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti, e potranno essere adottate sia fondazioni profonde che le normali strutture fondali.

Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo della fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati in ragione della presenza di livelli profondi con caratteristiche meccaniche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervallo superficiale.

Classe 5 - Resistenza meccanica molto buona

Sono zone caratterizzate da terreni con qualità meccaniche molto buone nelle quali il primo intervallo considerato presenta livelli ben consolidati e per i quali l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti, e potranno essere adottate fondazioni dirette superficiali. Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo della fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati in ragione della presenza di livelli profondi con caratteristiche meccaniche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervallo superficiale.

Come si è detto, per l'elaborazione della carta della "Resistenza meccanica del terreno" si sono utilizzati i dati di R_p medio relativi al primo intervallo, tra 1,0 e 4,0 metri, in quanto generalmente interessato dalle ordinarie strutture fondali presenti in zona; si è tuttavia ritenuto indispensabile analizzare anche le caratteristiche degli strati sottostanti, suddivisi a loro volta in due intervalli, il secondo strato compreso tra 4,0 e 7,0 m, mentre il terzo compreso tra 7,0 e 10,0 m, in quanto comunque coinvolti dallo stato tensionale indotto dai carichi in superficie, potendo quindi assumere un ruolo importante nello sviluppo dei cedimenti, soprattutto in funzione delle fondazioni utilizzate.

È infatti noto come i bulbi di pressione, che si sviluppano in profondità, siano direttamente influenzati dal carico applicato, ma anche dal tipo di superficie fondale: ad esempio, una fondazione a platea, a parità di carico unitario applicato, approfondisce maggiormente i bulbi di pressione, rispetto ad una fondazione nastriforme.

Per tale motivo si sono svolte le stesse elaborazioni anche relativamente al secondo e terzo strato e si è infine proceduto alla sovrapposizione dei tre elaborati, ottenendo un elaborato di sintesi rappresentativo delle caratteristiche di resistenza meccanica dei primi 10 metri di sottosuolo ("Aree con resistenza meccanica del terreno del 2° strato (4-7 m) e 3° strato (7-10 m) inferiori a quella del 1° strato (1-4 m); in tale fase di confronto è stata ovviamente posta particolare attenzione a quelle aree, caratterizzate da una resistenza meccanica nel secondo e terzo strato, inferiori a quella del primo.

Per ovvi motivi geotecnici, la presenza in profondità di terreni a caratteristiche geomeccaniche più scadenti di quelle degli strati superficiali, genera condizioni per le quali sono necessari maggiori approfondimenti puntuali, in fase progettuale.

Come detto le elaborazioni svolte riguardano essenzialmente le zone dei principali centri abitati, in quanto fornite di dati geotecnici.

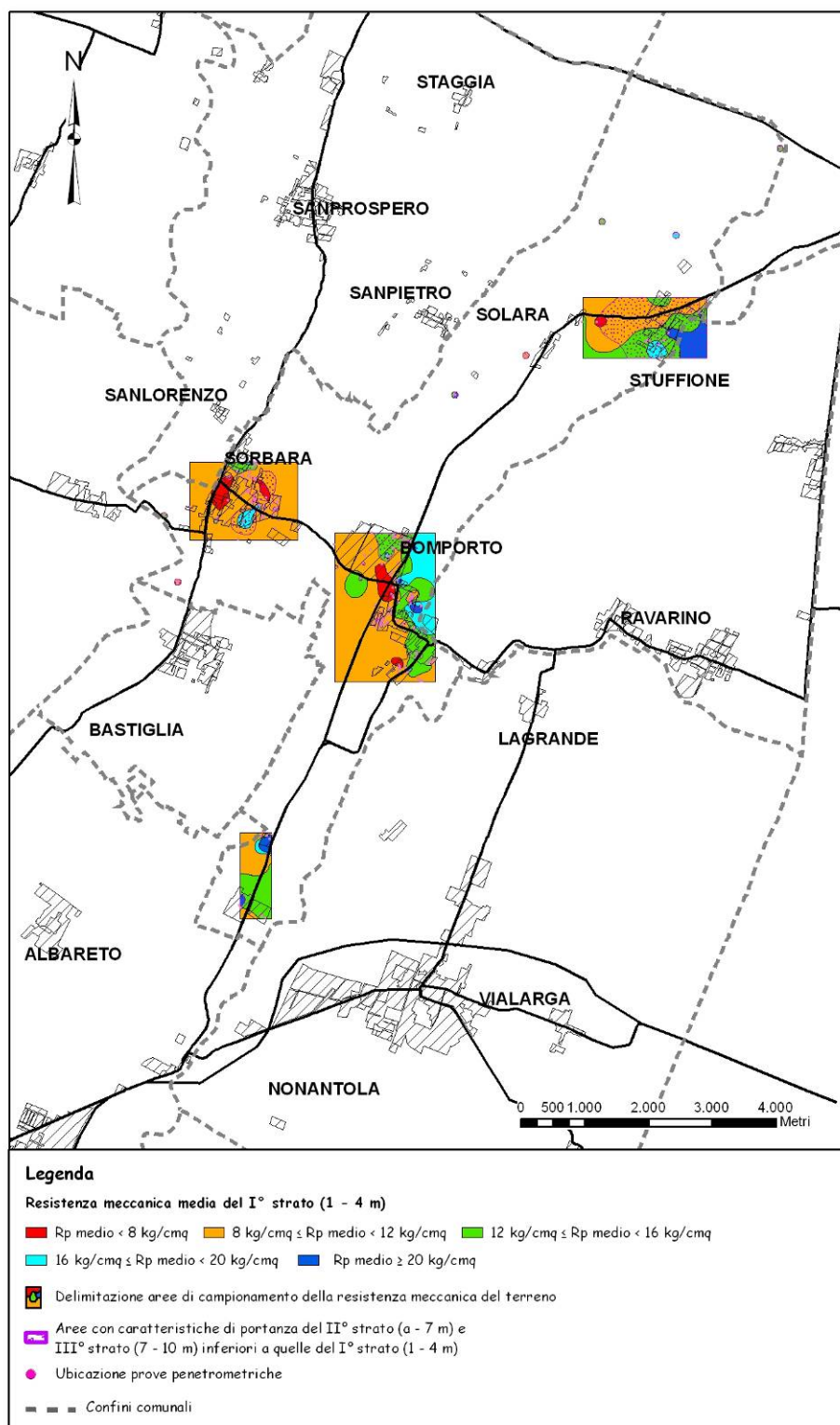


Fig. 6.18 - Rappresentazione delle aree in cui è stato possibile eseguire valutazioni circa la resistenza meccanica dei terreni (Tavola QC.6/t4)

Di seguito si riporta un breve commento ai risultati relativi all'elaborazioni per le aree indagate, suddivise per località.

- Resistenza meccanica dei terreni nella zona di Bomporto Capoluogo

La maggior parte delle prove a disposizione ricadono nella zona di Bomporto capoluogo, sono state infatti elaborate 199 prove penetrometriche statiche, ubicate principalmente in corrispondenza delle aree di recente lottizzazione attigue al centro abitato e prevalentemente nelle zone poste a ovest del centro abitato e nella zona del polo artigianale posta a nord.

Per quanto riguarda le resistenze meccaniche dei terreni del 1° stato compreso tra -1.0 m e -4.0 m di profondità, come si evince dalla tavola QC.6/t4, si può osservare una generale omogeneità e continuità laterale nella distribuzione delle resistenze del terreno, resistenze che aumentano gradualmente avvicinandosi al Fiume Panaro. Infatti si possono distinguere tre fasce principali allungate in direzione nord-sud e disposte parallelamente al corso d'acqua:

- una fascia esterna occidentale, caratterizzata da una prevalenza di terreni con parametri di resistenza mediocri (Classe 2). All'interno di questa fascia è possibile distinguere diverse zone di limitata estensione appartenenti a differenti classi di resistenza, tra queste se ne distinguono due di estensione maggiore, disposte in zone attigue a sud del polo artigianale: la prima zona caratterizzata da terreni appartenenti alle Classi di resistenza 3 e 4, individuata sulla base di uno scarso numero di prove, per cui si ritiene che i risultati ottenuti abbiano una valenza localizzata, mentre la seconda zona è caratterizzata da terreni appartenenti alla Classe 1, a resistenza meccanica scadente, ed è stata individuata sulla base di un discreto numero di prove, per cui è possibile affermare che tali risultati siano particolarmente significativi, mettendo in evidenza che, nella fascia considerata, sono presenti anche aree a resistenza meccanica inferiore rispetto all'andamento generale;
- una fascia centrale, stretta ed allungata in direzione nord-sud, sulla quale si sviluppa buona parte del centro abitato di Bomporto, caratterizzata da una prevalenza di terreni con parametri di resistenza discreti, con valori di R_p medio compresi tra 12 kg/cm^2 e 16 kg/cm^2 (Classe 3). Localmente si individuano aree di ridotta estensione caratterizzate dalla presenza di terreni con caratteristiche di resistenza mediocri (Classe 2);
- la terza fascia esterna orientale, è compresa tra il centro abitato di Bomporto ed Fiume Panaro; questa zona è caratterizzata dalla presenza di terreni con caratteristiche di resistenza superiori rispetto a quelli delle aree circostanti, che appartengono alle Classi 4 e 5 di resistenza meccanica. Questo fatto è attribuibile alla presenza di terreni prevalentemente sabbiosi addensati negli strati superficiali delle fasce adiacenti al corso d'acqua, caratterizzati da valori di resistenza in genere elevati.

Per quanto riguarda gli intervalli sottostanti al 1° strato si individuano numerose aree, di ridotta estensione, che presentano valori di R_p medio del 2° strato (4.0 - 7.0 m) e del 3° strato (7.0 - 10.0 m) inferiori ai valori di R_p medio dello strato superficiale. Tra queste si segnala un'area, posta a nord-est del Polo artigianale, caratterizzata da estensione rilevante rispetto alle altre, che presenta valori di R_p medio del 2° strato inferiori rispetto a quelli dello strato superficiale.

- Resistenza meccanica dei terreni nella zona di Sorbara

Nella zona di Sorbara sono state elaborate un totale di 102 prove penetrometriche statiche, ubicate principalmente in corrispondenza delle aree di recente lottizzazione

attigue al centro abitato e prevalentemente nelle zone poste a nord e ad est del centro abitato.

La porzione di territorio compresa nell'elaborazione è caratterizzata da un 1° strato superficiale appartenente in prevalenza alla classe di resistenza 2, con R_p medi compresi tra 8 kg/cm^2 e 12 kg/cm^2 , mentre localmente sono presenti aree con resistenza meccanica differenti, tra queste distinguiamo la zona posta in prossimità dell'intersezione della S.S. n. 12 dell'Abetone e del Brennero e del Strada Ravarino-Carpi, contraddistinta da un discreto numero di prove, che individuano un'area, di estensione rilevante, caratterizzata da terreni appartenenti alla Classe 1 a resistenza meccanica scadente.

Come si evince dalla Tav. QC.6/t4, per quanto riguarda la porzione di territorio considerato, è possibile affermare che sono presenti numerose aree per le quali i valori di resistenza del 2° e 3° strato risultano inferiori a quelle dello strato superficiale; questi valori inferiori sono stati rilevati per entrambi gli intervalli di profondità, sebbene prevalgono le aree per le quali è il 2° strato ad avere valori di resistenza inferiori al 1°.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di Solara

Nella zona di Solara sono state raccolte ed elaborate un totale di 26 prove che risultano distribuite nelle aree di recente lottizzazione poste a nord-est ed a sud-ovest del centro abitato.

Dall'osservazione della Tav. QC.6/t4 si può osservare che l'andamento della distribuzione delle resistenze dei terreni della porzione di territorio considerato concorda con quanto si era evidenziato nella discussione relativa alla zona del Capoluogo di Bomporto. Infatti anche in questa zona del territorio comunale si può osservare come i valori della resistenza del terreno diminuiscano spostandosi dalla fascia orientale, in prossimità del Fiume Panaro, verso ovest. Considerato che l'abitato di Solara si sviluppa in prossimità dell'argine sinistro del Fiume, in una fascia caratterizzata da terreni superficiali prevalentemente sabbiosi con un buon grado di addensamento, la maggior parte del territorio considerato è caratterizzato da valori di resistenza da discreti a molto buoni.

Per quanto riguarda il 1° strato da -1,0 m a -4,0 m di profondità, buona parte delle prove elaborate rientrano nelle Classi di resistenza 3, 4 e 5.

In generale in questa porzione di territorio i valori di R_p medio rilevati per il 1° strato superficiale sono elevati e per la maggior parte delle prove considerate i valori di resistenza sono superiori rispetto a quelli degli strati sottostanti; tuttavia si sottolinea però che i valori del 2° e 3° strato appartengono in prevalenza alla 2° Classe di resistenza e solo localmente presentano valori appartenenti alla Classe 1.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di Villavara

Nella zona di Villavara sono state raccolte ed elaborate un totale di 12 prove penetrometriche statiche, delle quali 5 sono ubicate nel settore meridionale del territorio considerato nei pressi del polo artigianale, 7 sono poste a nord nelle vicinanze di Casa Sassi. Sebbene il diagramma ottenuto dall'elaborazione delle prove nella porzione di territorio considerato abbia un'attendibilità relativa, sia per lo scarso numero di prove che per la notevole distanza tra i due gruppi suddetti, si può dire che nella zona di Villavara i terreni presentano in generale discreti valori di resistenza; la maggior parte del territorio considerato appartiene infatti alle Classi di resistenza 2 e 3.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° intervallo è possibile affermare che nella porzione di territorio considerato i valori di R_p medio del 2° strato (4.0 - 7.0 m) e del 3° strato (7.0 - 10.0 m) sono in generale superiori ai valori di R_p medio dello strato superficiale.

6.1.9 Neotettonica e sismicità

L'analisi neotettonica di un'area si esegue attraverso l'esame di una serie innumerevole di dati di natura geologica, morfotettonica, idrogeologica, e idrochimica, che concorrono a definire il regime tettonico di una zona, con l'individuazione di strutture geologiche rilevanti, per giungere eventualmente alla definizione del loro potenziale sismogenetico.

Sono già state precedentemente descritte le zone strutturalmente rilevanti, che caratterizzano la Pianura Padana, nel settore occupato dal territorio comunale di Bomporto. In particolare, il territorio della Provincia di Modena si sviluppa sostanzialmente a cavallo di una zona in sollevamento, rappresentata dalla catena appenninica (margine pedeappenninico poco a sud di Castelfranco Emilia) e di una zona in subsidenza, quella della pianura, corrispondente alla Pianura Padana; entrambe costituiscono settori che sono stati interessati da movimenti tettonici nel passato e tuttora in atto, come testimoniano le ricostruzioni stratigrafiche strutturali del Quaternario, la deposizione granulometrica dei depositi superficiali, l'andamento morfologico e l'evoluzione della rete idrografica.

Tali zone risultano infine separate da una fascia pedecollinare, sede di movimenti alterni.

Uno dei margini maggiormente attivi è sicuramente rappresentato dal margine pedeappenninico, che presenta un'evoluzione geodinamica inquadrabile in un unico regime tettonico, soprattutto quello a sud di Modena, dove le faglie trasversali, con componente trascorrente, dei fiumi Secchia e Panaro, si mostrano con maggior risalto; l'attività sismogenetica maggiore è collegata con meccanismi tettonici di accorciamento nella zona del fronte di accavallamento delle Liguridi, delle Epiliguridi e delle Unità Toscane. Tale fronte, in parte sepolto, ma anche a tratti emerso, presenta anche in campagna segni di tettonica attiva e recente, deformante anche i depositi quaternari. La fascia di montagna si può dividere in due subaree: l'una corrispondente alla collina ed alla media montagna, che presenta scarsa attività sismica e l'altra corrispondente alla zona di alta montagna con attività sismica di magnitudo anche elevata. Gli eventi sismici di tale zona hanno carattere tensionale e costituiscono il propagarsi dell'attività tettonica distensiva del sistema del versante tirrenico con faglie immergenti sia verso il Tirreno che verso la Pianura Padana.

Probabili dislocazioni recenti sono segnalabili anche nella bassa Pianura (Pellegrini M., 1976), in comune di Correggio, in corrispondenza del centro abitato; le cause di tale fenomeno non sono però ancora del tutto chiare ed inoltre non si hanno segni evidenti di una frattura del terreno. Risulta però chiaramente la presenza di una ridotta striscia di territorio caratterizzata da sensibili variazioni del gradiente della subsidenza (A. Gubellini, P. Russo: Controllo di una faglia nell'abitato di Correggio).

Altre manifestazioni tettoniche recenti sarebbero state evidenziate nelle aree di Massa Finalese e Mirandola, poco distanti dal territorio comunale.

Le aree descritte rappresentano quindi le zone con il maggior potenziale sismo-genetico; a tale proposito si rileva che nel margine appenninico, a sud-ovest di Modena, si sono verificati sismi con intensità massima, in tempi storici, del IX grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre tra le città di Parma e Reggio Emilia la massima intensità rilevata è stata pari all'VIII grado della scala MCS.

Anche per quanto riguarda la zona della dorsale ferrarese tra Reggio Emilia e Poggio Rusco, le massime intensità riscontrate risultano del VII grado della scala MCS e sono in gran parte collegate ad eventi con epicentri prossimi ai bordi nord-ovest e sud-est dell'alto strutturale.

Sulla base dei dati bibliografici a disposizione, l'area di studio sembrerebbe quindi ricadere in una zona discretamente sismica, anche se la scarsità di dati anteriori al 1900 rende poco significativa la casistica considerata; quello che emerge è comunque un territorio tettonicamente attivo, potenzialmente sismico, con sismicità debole o media, accertata a

partire dal 1900, in cui probabilmente l'attività sismica non raggiungerà mai intensità catastrofiche, dal momento che l'energia accumulata nel sottosuolo tende ad essere liberata gradualmente, con movimenti lenti, inavvertibili ma continui ed eventualmente con sismi di bassa e media intensità (Gasperi e Pellegrini, 1981).

Sotto il profilo normativo, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica", il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) ha adottato la nuova riclassificazione sismica nazionale con allegate, le nuove normative tecniche per gli edifici, i ponti e le opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

L'Ordinanza è entrata in vigore dall'8/05/2003, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale. La mappa della riclassificazione oltre ad aver utilizzato una base dati molto più ampia rispetto a quelle precedenti, presenta anche una più marcata continuità territoriale, che gli deriva dall'utilizzazione, oltre che dei risentimenti storici massimi misurati nei singoli comuni, di leggi di attenuazione, che hanno determinato una maggiore omogeneità dei risultati.

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

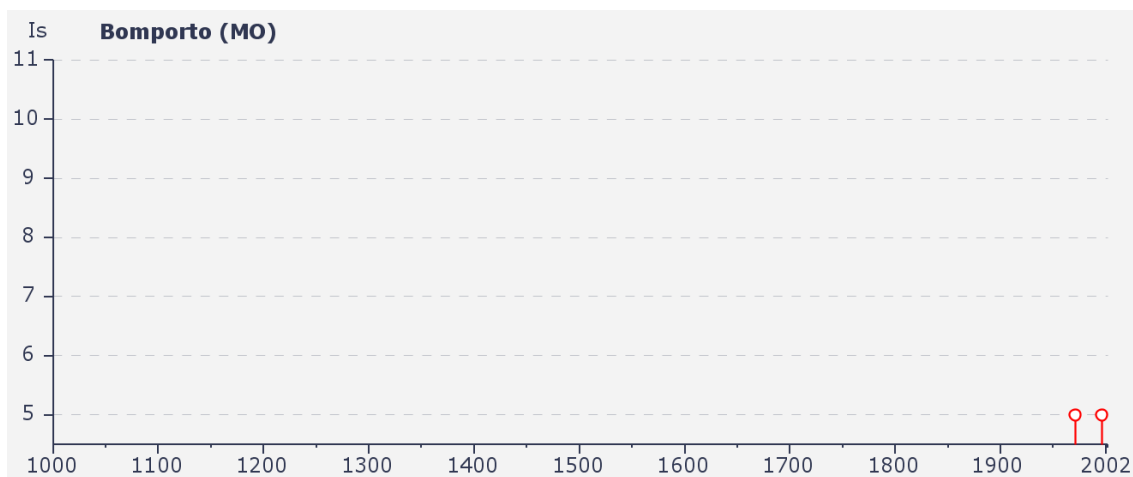
Per quanto riguarda, in particolare, la storia sismica della Provincia di Modena, nel "Catalogo dei Terremoti" del CNR, che raccoglie informazioni sui terremoti verificatisi dall'anno 1.000 ad oggi, vengono riportati oltre 500 sismi, di cui solo due (quello del 05/06/1501 e 20/07/1671) sono classificati con un'intensità pari al IX grado della Scala Mercalli.

In pratica Modena e la sua provincia, risulterebbero essere state interessate da effetti confrontabili al massimo con un VII grado della Scala Mercalli.

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei sismi, con Intensità maggiore di 4 mcs, che hanno interessato il territorio comunale di Bomporto, reperiti dalla banca dati *on-line* dell'INGV. Dall'esame della stessa si può osservare che Bomporto è stato interessato, in epoca storica, da sismi con Intensità epicentrale (Io) pari a 7-8 mcs ed Intensità sul sito (Is) massima di 5 mcs.

Osservazioni disponibili: 5												
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw	Rt	Rt1	
5	1971	07	15	01	33	23	Parmense	7-8	0,25	CFTI	BOA997	
5	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO	7	0,24	INGVAM	INGVAM	
4	1957	08	27	11	54		ZOCCA	6	0,21	DOM	GDTSP	
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense ALTA V.	6-7	0,22	CFTI	BOA000	
NF	1965	11	09	15	35		SECCHIA	5	0,21	DOM	CAA996	

tab. 6.1 - Storia sismica di Bomporto (MO) [44.727, 11.042]



La Regione Emilia Romagna con Deliberazione della G.R. N. 1435/2003 del 21.07.2003 ha approvato una nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione, in ottemperanza alla suddetta Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (Fig. 6.19).

Questa nuova classificazione, è operante dallo 08.05.2004, conferma quella di cui alla citata Ordinanza.

Il territorio comunale di Bomporto, viene classificato in zona 3, quindi a bassa sismicità.

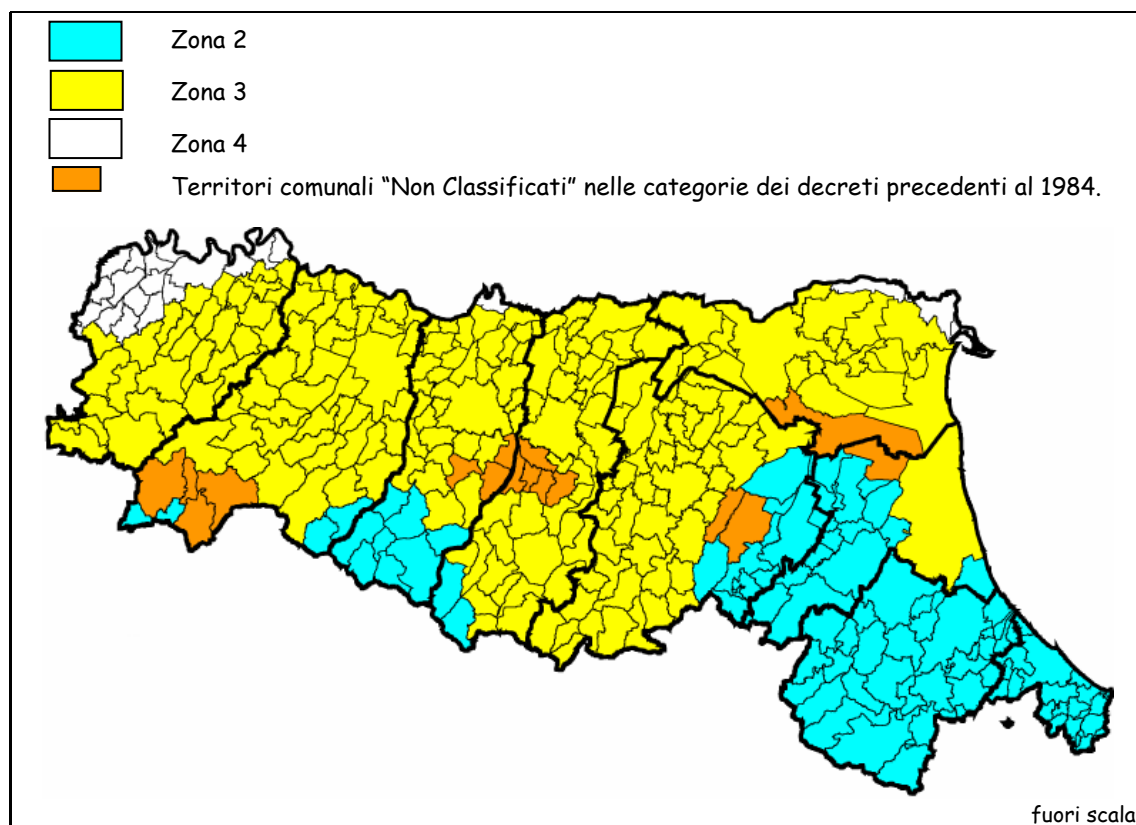


Fig. 6.19 - Nuova Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Emilia Romagna Fonte: R.E.R

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g), di

ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica. I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

L'entrata in vigore della riclassificazione sismica, come stabilito dalla delibera regionale, è avvenuta entro 1 anno dall'entrata in vigore dell'Ordinanza Ministeriale (08/05/2004). L'entrata in vigore invece della nuova normativa tecnica per la progettazione in zone sismiche è avvenuta, dopo diverse proroghe, per tutto il territorio regionale il giorno 23.10.2005, giorno di entrata in vigore del D.M. 14.09.2005, inerente il Testo Unico sulle Norme Tecniche per le Costruzioni.

L'operatività della classificazione sismica di tutto il territorio regionale, sia pure in via di prima applicazione, a far data dal 23.10.2005, comporta significativi effetti per quanto riguarda i contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, in merito al compito di concorrere alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione.

Per effetto dell'entrata in vigore del Decreto ministeriale cessa di avere efficacia la normativa tecnica dettata in via d'urgenza, per ragioni di pubblica incolumità, dall'OPCM 3274/2003, mentre, poiché nulla dispone in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale, si deve ritenere che continui a trovare applicazione la classificazione sismica dell'OPCM 3274/2003.

Il periodo transitorio previsto per l'applicazione del D.M. 14/9/2005 è stato ulteriormente prorogato al 31/12/2007 con legge 26 febbraio 2007, n. 17 (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2007, S.O. n. 48).

Con determinazione del D.G. Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa n. 2750 del 5 marzo 2004 (prot. n. GEO/04/13434), è stato istituito un gruppo di lavoro, costituito da esperti di geologia regionale, geofisica, sismologia, geotecnica ed ingegneria in aree sismiche e da rappresentanti dell'ANCI Emilia Romagna e dell'UPI Emilia Romagna, per la stesura di indirizzi per studi di pericolosità sismica locale e microzonazione sismica, da applicarsi nell'ambito della realizzazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica; successivamente, con atto del Responsabile del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli n. 15026 del 19 ottobre 2005 si è provveduto all'integrazione del suddetto gruppo di lavoro, con esperti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

L'attività di questo gruppo di lavoro si è concretizzata in una proposta di indirizzi per studi di microzonazione da realizzare nell'ambito degli strumenti di pianificazione.

Tale proposta "Atto d'indirizzo ed ordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2 per "Indirizzi per studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" è stata approvata dall'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna con deliberazione n. 112 del 2 maggio 2007.

Tale adempimento regionale riveste particolare importanza sia con riferimento ai PTCP provinciali che ai Piani comunali in quanto si tratta di "indirizzi vincolanti per la formazione dei piani territoriali e urbanistici relativi ai Comuni dichiarati sismici, al fine di farli corrispondere alle esigenze di riduzione del rischio sismico".

Il PTCP della Provincia di Modena ha affrontato il tema della pericolosità sismica locale nell'ambito della stesura del Quadro Conoscitivo della Variante Generale al PTCP¹⁶, producendo la "Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali" (Tav. 2.a.2 e 2.a.5) in scala 1:25.000, la Carta dei "depositi del sottosuolo che influenzano il moto sismico in superficie" (Tav. 3.1) in scala 1:50.000 e nella carta di Piano "Rischio sismico: Carta delle aree suscettibili di effetti locali" in scala 1:25.000 (Tav. 2.2.a.2 e 2.2.a.5).

Nella Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali, di cui in Fig. 6.20 a e b si riporta uno stralcio relativamente al territorio comunale, sono indicati i singoli elementi, gli effetti attesi e gli studi necessari per la valutazione di tali effetti.

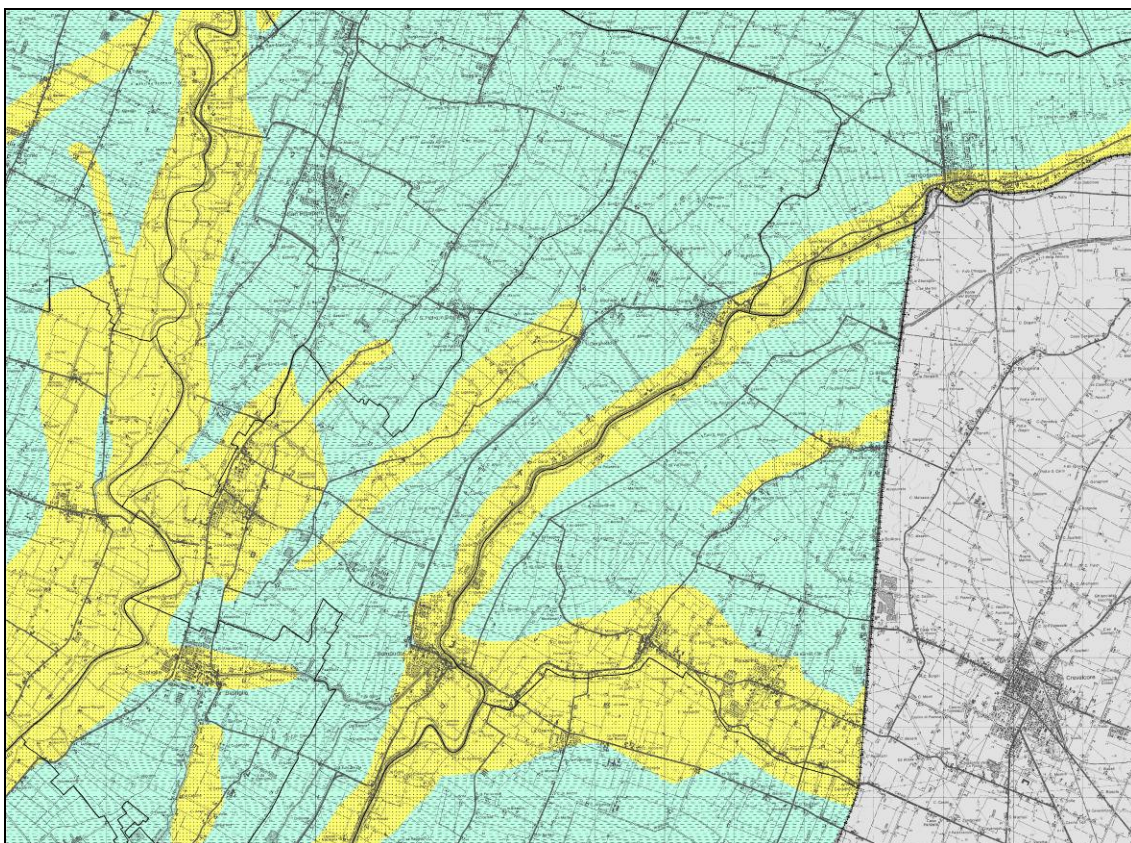


Fig. 6.20a - Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali (estratto Tav. 2.a.2 Quadro Conoscitivo variante Generale - PTCP- 2009)

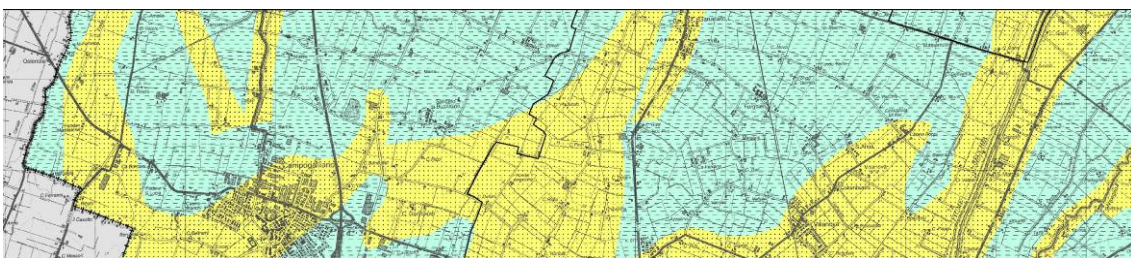
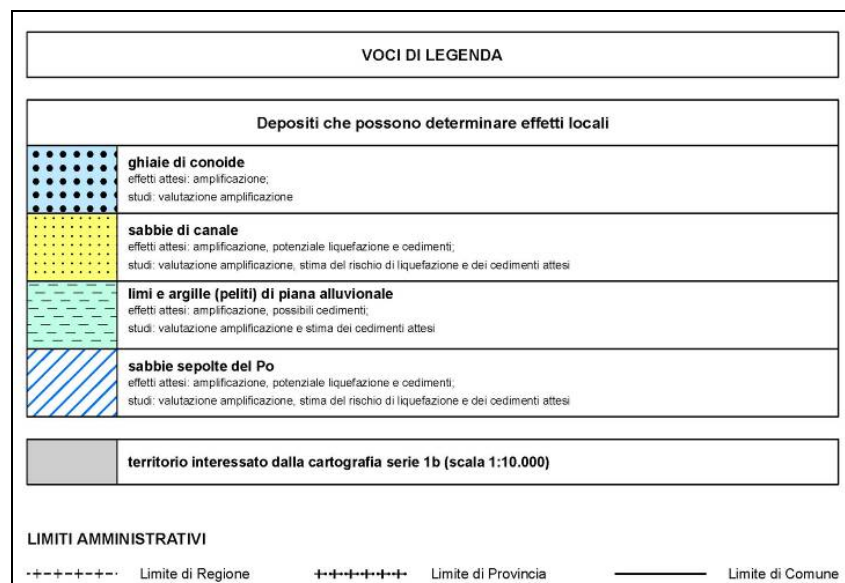


Fig. 6.20b - Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali (estratto Tav. 2.a.5 Quadro Conoscitivo variante Generale - PTCP- 2009)

¹⁶ PTCP 2009 - Quadro Conoscitivo - Relazione (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009)



In pianura sono state rappresentate le aree con diverse litologie affioranti, essenzialmente sulla base della granulometria prevalente:

1. Sono state rappresentate le Zone in cui affiorano terreni prevalentemente ghiaiosi. Queste zone sono potenzialmente soggette ad amplificazione e quindi in queste aree dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione.
2. Vengono indicate le Aree in cui sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi, dati da riempimenti di canale alluvionale. La presenza di sabbie, soprattutto se incoerenti e ben classate, nei primi 20 m dal p.c. e della falda acquifera a profondità inferiore a 15 m dal p.c. costituiscono caratteri predisponenti al verificarsi del fenomeno della liquefazione in caso di forti scosse sismiche (magnitudo uguale o maggiore di 5). In queste zone, pertanto, dovranno essere valutati, oltre all'amplificazione anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.
3. Sono state rappresentate le Zone in cui affiorano terreni prevalentemente limosi ed argillosi di piana alluvionale. Queste zone sono potenzialmente soggette ad amplificazione e cedimenti, pertanto quindi in queste aree dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione e stimati i cedimenti.
4. Viene rappresentata la Zona di distribuzione delle sabbie sepolte del Po prossime alla superficie (profondità < 20 m), con tetto della falda acquifera prossimo alla superficie (< 15 m). La presenza nel sottosuolo di condizioni descritte nella classe 4, anche se non affioranti, è stata segnalata, con apposito sovrassegno, perchè tali condizioni potrebbero favorire il fenomeno della liquefazione. In queste zone, pertanto, come nelle aree di sabbie affioranti, dovranno essere valutati, oltre all'amplificazione, anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.

Di seguito (Fig. 6.21 a e b) si riporta un estratto, che comprende l'area comunale, della cartografia del "Rischio sismico. Carta delle aree suscettibili di effetti locali" in scala 1:25.000 (Tav. 2.2.a.2 e 2.2.a.5).

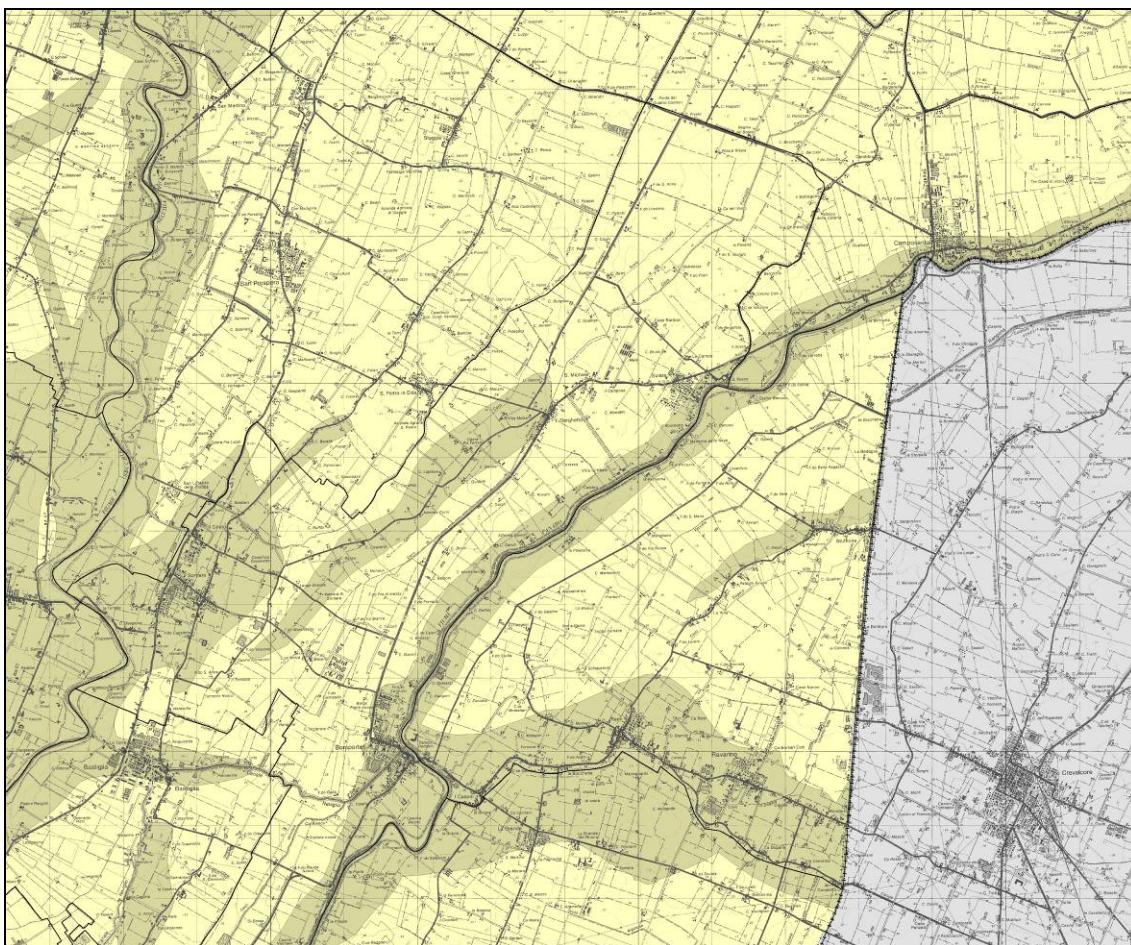


Fig. 6.21a - Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali (estratto Tav. 2.2.a.2 Quadro Conoscitivo variante Generale - PTCP- 2009)

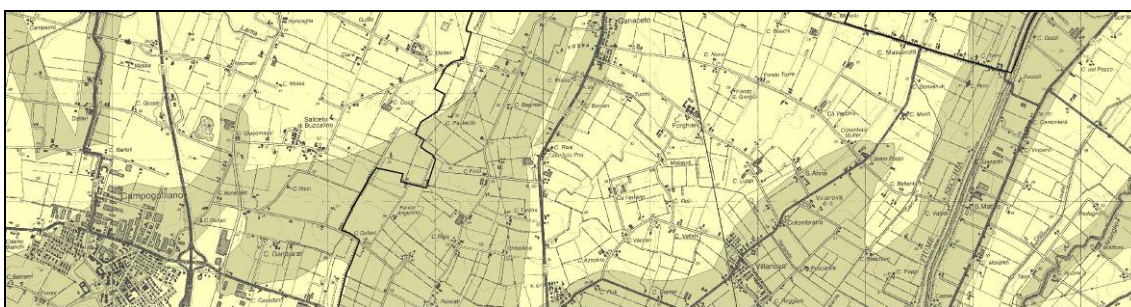


Fig. 6.21b - Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali (estratto Tav. 2.2.a.5 Quadro Conoscitivo variante Generale - PTCP- 2009)

LEGENDA

7	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <u>studi*</u>: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica**</u>: approfondimenti di III livello.
8	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <u>studi*</u>: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica**</u>: sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.
9	Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali <u>studi*</u>: indagini per caratterizzare V_{s30}; in caso V_{s30} maggiore/uguale di 800 m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine, in caso V_{s30} minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica**</u>: non richiesta nel primo caso, nel secondo caso approfondimenti del II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

Con riferimento alla pericolosità sismica, è necessario tenere presente che alcune caratteristiche fisiche del territorio possono amplificare gli effetti in superficie dei terremoti e costituire aspetti predisponenti per fenomeni di instabilità dei terreni, quali cedimenti e frane.

L'aumento dei risentimenti sismici (amplificazione) per condizioni locali, i cedimenti per liquefazione e addensamenti e l'instabilità dei versanti causati da un terremoto vengono comunemente definiti "effetto di sito" o "effetti locali".

Dal momento che il territorio comunale di Bomporto si colloca, dal punto di vista geografico, nella media-bassa pianura modenese, gli effetti di sito riguarderanno esclusivamente problemi relativi ad amplificazione per condizioni litostratigrafiche locali ed a cedimenti per liquefazione ed addensamenti dei terreni causati da un evento sismico.

Per definire la pericolosità sismica locale e gli effetti di sito, con valutazioni ancorché parziali della risposta sismica locale, si è optato in questa sede di fare riferimento alle indagini geognostiche esistenti, di cui si tratterà ampiamente nel paragrafo successivo.

In questa sede viene pertanto eseguita una ricognizione dei possibili rischi connessi ad effetti locali attraverso l'analisi dei dati esistenti, in successive fasi d'intervento l'occorrenza di tali fenomeni andrà valutata puntualmente con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle seguenti categorie individuate dall'ordinanza:

- A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D - *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.
- S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 70$ kPa).
- S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di NSPT.

La progettazione antisismica, in fase esecutiva, dovrà essere supportata da uno studio geologico di dettaglio volto ad individuare la categoria di suolo di fondazione, e determinare i parametri valutativi litologici e geotecnici, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Nell'Ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006 criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e formazione ed aggiornamento delle medesime zone, in relazione alle Norme Tecniche per la Costruzioni approvate con decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 settembre 2005, sono state individuate quattro zone, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità del superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI [a_g]	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA CONVENZIONALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTO DI RISPOSTA ELASTICO [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Le zone 1, 2, e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati sopra e intervallati da valori non minori di 0,025 g.

Le valutazioni di a_g sono effettuate sulla base di studi di pericolosità sismica condotti su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate. Le valutazioni di a_g sono calcolate su un sufficiente numero di punti (griglia non inferiore a $0,05^\circ$), corredate da stime d'incertezza associata.

Sulla base di queste nuove disposizioni le zone sismiche precedentemente identificate sono state ridefinite e come si può osservare nella Mappa di Pericolosità sismica del Territorio Nazionale riportata nella figura 6.22, la maggior parte dei comuni della Provincia di Modena sarebbero compresi in zona 2, così come Bomporto; fanno eccezione alcuni comuni situati nella porzione settentrionale del territorio provinciale che si collocano in zona 3.

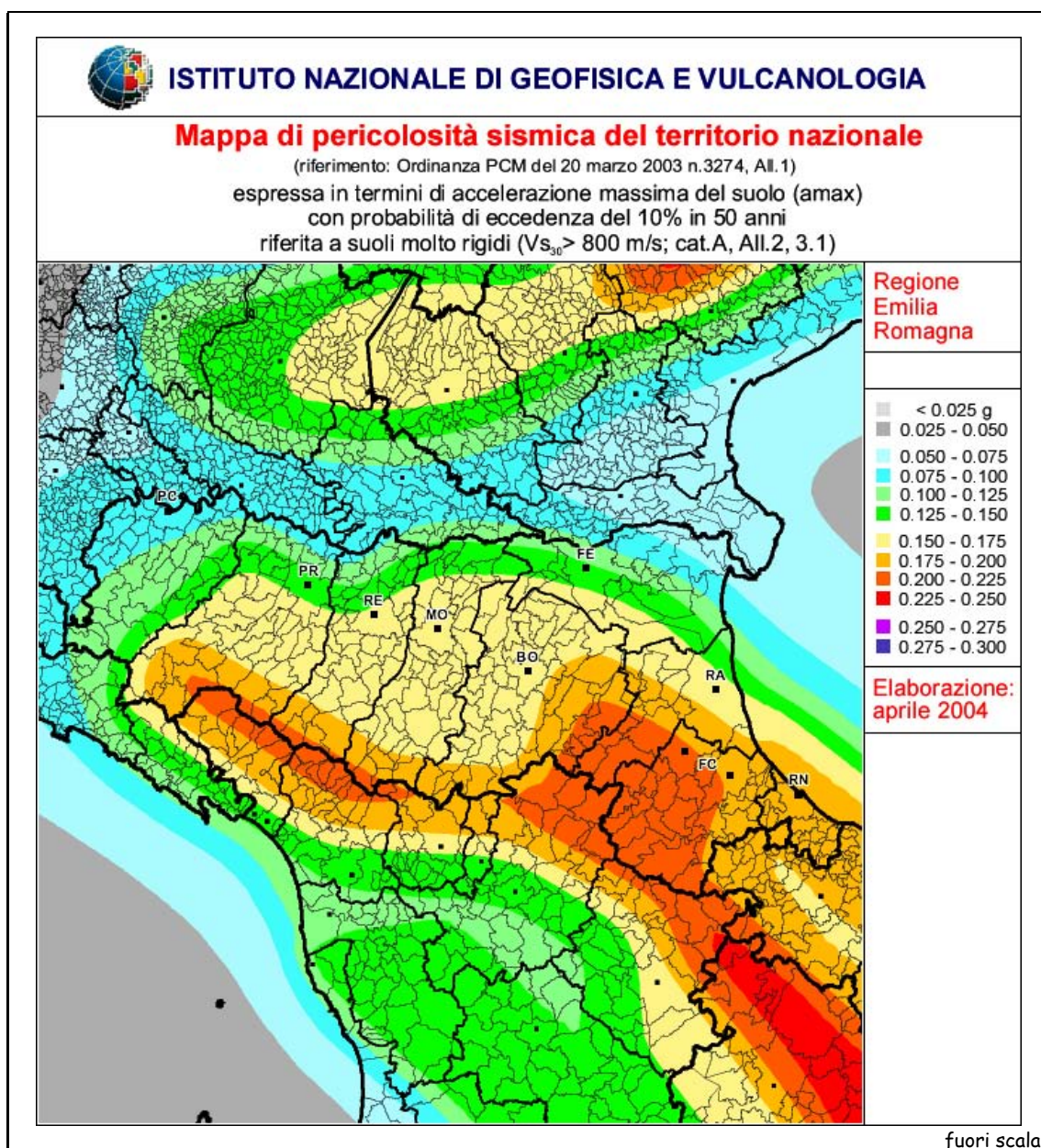


Fig. 6.22 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Fonte: INGV

6.1.9.1 Rischio di liquefazione dei terreni

La classificazione in zone suscettibili al fenomeno della liquefazione dei terreni del primo sottosuolo del territorio comunale di Bomporto, è stata condotta attraverso l'analisi dei dati relativi alle prove penetrometriche a disposizione, delle quali si è ampiamente trattato nel paragrafo precedente (6.1.8).

La liquefazione del terreno durante i terremoti è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate o costruite su terreni sabbiosi saturi. Alla liquefazione del terreno possono infatti associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno, ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici, ecc.), che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di un territorio.

La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori:

- le condizioni del terreno (fattore predisponente);
- la sismicità (fattore scatenante).

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_v - u) \tan \phi$$

con: c = coesione del terreno

σ_v = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

ϕ = angolo di resistenza al taglio del terreno,

è evidente che la grandezza $\langle \tau \rangle$ si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

a) $c = 0$;

b) $(\sigma_v - u) = 0$;

(il caso $\phi = 0$ non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione $\langle c=0 \rangle$ non può ovviamente verificarsi).

La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_v = u$).

Il fenomeno della liquefazione riguarda, quindi, i terreni, ovvero i suoli, costituiti da materiale non coerente, cioè costituito da grani come la sabbia; solitamente la liquefazione avviene nei limi non plastici e nelle sabbie.

I fenomeni di liquefazione che interessano i depositi incoerenti dipendono da:

- proprietà geotecniche dei terreni
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata
- genesi e storia geologica dei terreni
- fattori ambientali

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Quindi, maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. Il terreno può essere però soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie o alla sua particolare posizione. In questo caso l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione dipende, oltre che dalle caratteristiche del sisma, anche dal

rapporto che si stabilisce tra le tensioni di taglio indotte da quest'ultimo e quelle statiche preesistenti al terremoto.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

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.

Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche su un deposito, si può affermare che precedenti deformazioni moderate, influiscano positivamente sulla resistenza del deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di riliquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre, la struttura di un deposito antico, sarà resa più stabile e omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti, non coesivi, posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

Fattori che predispongono alla liquefazione.

Di seguito si descrivono, nel dettaglio, i fattori principali che predispongono un terreno alla liquefazione, prima di passare ad illustrare i metodi di calcolo della suscettibilità.

- * Fattori geologici-geotecnici: poiché ai terreni incoerenti sono associati generalmente valori del coefficiente di permeabilità relativamente elevati, l'applicazione di sovraccarichi graduali (per es. dovuti alla costruzione di un fabbricato) non conduce a significativi incrementi di $\langle u \rangle$. In questi casi infatti non si generano gradienti di pressione fra la zona sollecitata e quella indisturbata tali da produrre rapidi flussi idrici fra le due zone. I vuoti dello scheletro solido sono quasi sempre sufficientemente larghi da non ostacolare questo flusso. Nel caso viceversa di sollecitazioni intense sottoposte ad incrementi rapidi, come si verifica durante un evento sismico, i gradienti di pressione che si generano possono essere tali da produrre elevati flussi idrici dall'interno verso l'esterno. Se il fenomeno si manifesta in depositi incoerenti a granulometria relativamente fine (per es. sabbie fini), la larghezza limitata dei vuoti dello scheletro tenderà ad ostacolare il flusso idrico, con il conseguente sviluppo di elevate pressioni neutre. Oltre alla granulometria, altri fattori condizionano la suscettibilità di un deposito sciolto al fenomeno della liquefazione. I principali sono la profondità del livello potenzialmente liquefacibile ed il suo grado di addensamento. Con l'aumentare della profondità del deposito diminuisce la probabilità di liquefazione dello stesso durante l'evento sismico. È evidente infatti che con l'aumentare della profondità siano richiesti valori di $\langle u \rangle$ sempre più elevati per annullare la pressione litostatica crescente. Inoltre con la profondità tende a diminuire anche l'intensità delle sollecitazioni indotte dal sisma. L'influenza della pressione litostatica permette di spiegare il fenomeno della migrazione della liquefazione dai depositi più superficiali a quelli più profondi. I livelli meno profondi sono quelli che per primi subiscono la

liquefazione, che è facilitata dalla minore pressione litostatica. Gli strati più profondi, che inizialmente non subiscono il fenomeno, nel momento in cui il deposito superiore va in liquefazione risentono di un calo del peso della colonna di terreno sovrastante, evento che aumenta la probabilità che anch'essi subiscano la liquefazione. Fondamentale è anche il grado di addensamento del terreno, esprimibile attraverso il parametro densità relativa (D_r %). I terreni molto addensati, se sollecitati, subiscono un aumento di volume (fenomeno di dilatanza) con conseguente diminuzione della D_r %, che tende a portarsi verso un valore critico, variante in funzione principalmente della granulometria del deposito. L'aumento di volume ha come conseguenza, nei depositi saturi, un richiamo dell'acqua dall'esterno verso l'interno, con creazione di una $\langle u \rangle$ di segno negativo (cioè si ha un aumento del termine $(\sigma_v - u)$). L'esatto contrario avviene in terreni poco addensati, dove una sollecitazione tende a produrre una diminuzione di volume, con conseguente flusso idrico verso l'esterno e la generazione di una $\langle u \rangle$ disegno positivo (diminuisce il valore di $(\sigma_v - u)$). In conclusione si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

* Fattori legati all'evento sismico: durante un terremoto il terreno può essere visto come sottoposto ad una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero in funzione della magnitudo del sisma stesso. In terremoti di elevata magnitudo è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per produrre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico. In definitiva quindi una elevata magnitudo del sisma (maggiore intensità degli sforzi di taglio applicati al terreno) e una lunga durata dello stesso (maggior numero di cicli di carico) rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito sabbioso saturo. È da notare che in livelli sabbiosi già sottoposti in passato a liquefazione lo scheletro solido assume configurazioni meno vulnerabili (cresce in pratica il grado di addensamento), che rendono meno probabile il ripresentarsi del fenomeno.

Metodo di calcolo empirico utilizzato e risultati ottenuti

Per verificare la suscettibilità sismica dei terreni del territorio comunale di Bomporto sono stati utilizzati i dati delle prove penetrometriche statiche.

Nell'elaborazione dei dati sono stati considerati i terreni compresi tra il piano campagna ed i -12.0 m di profondità, in corrispondenza di ciascun punto di prova si è discretizzato il terreno indagato in livelli caratterizzati da valori di R_p e R_l relativamente costanti per tutto lo spessore dello strato.

Infine, sono stati calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati utilizzando le correlazioni empiriche proposte da vari autori utilizzando il software "Load Cap" (Geostru). Per i livelli incoerenti saturi individuati è stata effettuata la Verifica alla liquefazione utilizzando il Metodo di Robertson e Wride (1997 - C.N.R. - GNDT).

Come descritto nel paragrafo precedente relativo agli aspetti sismici, il Comune di Bomporto è compreso in zona sismica 3 a cui corrisponde un valore di Accelerazione sismica massima prevista pari a $(g)=0.15$, valore utilizzato nelle verifiche a liquefazione.

La liquefazione è in relazione al coefficiente di sicurezza nel seguente modo:

- $F_s \geq 1.25$	LIQUEFAZIONE ASSENTE
- $1.0 < F_s < 1.25$	LIQUEFAZIONE POSSIBILE
- $F_s < 1$	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE

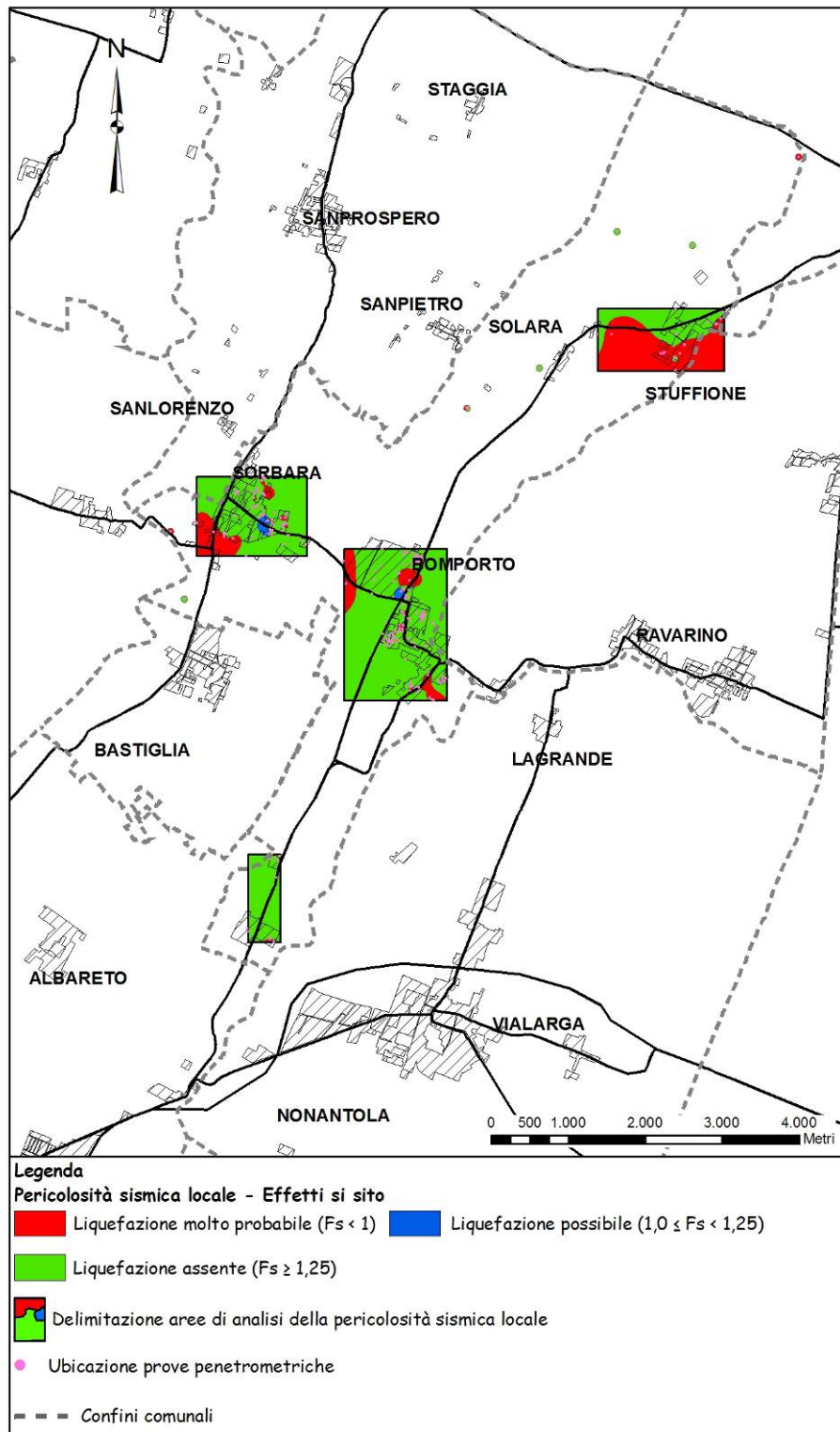


Fig. 6.23 - Pericolosità sismica locale - effetti di sito (Tavola QC.6/t5)

Con riferimento a questa classificazione realizzata in funzione del valore del Fattore di - sicurezza F_s sono state individuate 3 classi di suscettibilità sismica. La disponibilità dei dati puntuali georeferenziati ha quindi consentito, mediante un programma d'interpolazione automatica, la costruzione di aree appartenente alla stessa classe di suscettibilità.

L'elaborazione automatica (carta della "Pericolosità sismica locale - effetto di sito" - tavola QC.5/t6), riportata in Fig. 6.23 seguente, vista la rilevante disomogenea distribuzione delle prove sull'area urbanizzata, ha richiesto alcune approssimazioni e semplificazioni del tutto accettabili, considerando l'uso descrittivo e non applicativo della carta stessa; va comunque sottolineato che i giudizi assegnati alla suscettibilità alla liquefazione, pur essendo ovviamente relativi, consentono tuttavia di ottenere una prima indicazione sulla qualità del terreno ai fini edificatori.

Si ricorda che la carta della "Pericolosità sismica locale - effetti di sito" ha un uso puramente descrittivo e fornisce delle indicazioni di massima della situazione presente nel territorio comunale, per cui in fase di progettazione esecutiva sarà necessario eseguire uno studio, supportato da indagini geognostiche appropriate, per verificare la reale suscettibilità delle aree di interesse.

6.1.10 Limiti e condizioni alla trasformazione

L'analisi geologica e geomorfologica del territorio di Bomporto ha permesso l'individuazione di elementi e fenomeni di particolare rilevanza o interesse ai fini sia della conservazione delle testimonianze geologiche, sia della tutela idraulica ed idrogeologica del territorio nonché degli insediamenti esistenti e futuri.

In particolare, l'analisi geomorfologica ha portato all'individuazione di due elementi di particolare rilevanza ai fini sia della conservazione delle testimonianze geologiche, sia della tutela idraulica ed idrogeologica del territorio: i dossi/paleodossi e le aree morfologicamente depresse e a debolissima pendenza, entrambe forme che, per quanto poco appariscenti, rappresentano comunque importanti testimonianze della storia geologica del paesaggio stesso, oltre che elementi di controllo di componenti ambientali, in stretta correlazione con le attività antropiche.

La ricostruzione morfologica di dettaglio è stata effettuata attraverso la modellizzazione tridimensionale eseguita nel presente studio, supportata dalle interpretazioni proposte dai precedenti Autori ed in particolare facendo riferimento al quadro geomorfologico definito da Giusti (2001), elaborato sulla base di rilevamenti di dettaglio, dell'interpretazione di fotografie aeree e della costruzione di un modello altimetrico tridimensionale (con una metodologia differente rispetto a quella proposta in questo studio).

Dal quadro geomorfologico proposto, supportato dal modello altimetrico tridimensionale a maglia triangolare, appaiono alcune discrepanze rispetto al quadro geomorfologico proposto nel PTCP della Provincia di Modena.

Le maggiori differenze riguardano, in particolare, la perimetrazione dei dossi fluviali e il loro stato di attività, sebbene la loro localizzazione e le rispettive direttrici siano molto simili nei due studi.

I dossi/paleodossi, che sono le tracce residue degli antichi tracciati fluviali ed hanno forme allungate e rilevate rispetto al territorio circostante, sono aree dove sin dall'antichità l'uomo ha sviluppato i propri insediamenti, per preservare i propri beni dall'azione distruttiva delle tracimazioni fluviali; s'intuisce pertanto che potrebbero essere questi i luoghi dove preferibilmente dovranno essere collocati i futuri insediamenti, ovviamente nel rispetto dei vincoli e delle condizioni, che la normativa sovraordinata impone per tali aree.

Gli interventi programmabili dovranno essere rispettosi delle "forme", evitandone una completa alterazione sia percettiva che funzionale.

Essendo inoltre i dossi, generalmente costituiti da materiali più grossolani e, per tale motivo, sede di acquiferi, anche se di modeste entità, più importanti rispetto a quelli che si possono rinvenire nelle rimanenti parti di territorio, le attività programmate dovranno dotarsi di tutti gli accorgimenti necessari alla salvaguardia della risorsa idrica sotterranea. La forma allungata e rilevata tipica dei dossi conferisce loro anche un'importanza idraulica, costituendo, di fatto, una barriera naturale alla diffusione delle acque alluvionali mediante una sorta di "compartimentazione" del territorio.

Si ritiene quindi fondamentale conservare sia le caratteristiche plano-altimetriche sia quelle idrogeologiche dei dossi, confermando e riproponendo il sistema dei limiti e condizioni alla trasformazione imposti dal P.T.C.P., che definisce le limitazioni, gli orientamenti e le tendenze che l'evoluzione del territorio dovrà necessariamente rispettare, estendendolo a tutti i dossi individuati e cartografati.

Con riferimento a quanto stabilito dal PTCP, *"Nelle aree interessate da paleodossi di accertato interesse percettivo e/o storico testimoniale e/o idraulico, da dossi di ambito fluviale recente, ovvero da paleodossi di modesta rilevanza ritenuti meritevoli di tutela, non sono da escludere nuove previsioni urbanistiche di tipo residenziale, mentre nuove previsioni di tipo produttivo sono ammissibili purché compatibili con la struttura idraulica dei dossi stessi. Nei paleodossi di accertato interesse, nella realizzazione di fabbricati ed infrastrutture, andranno salvaguardate le caratteristiche altimetriche al fine di non pregiudicare la funzione di contenimento idraulico. La nuova edificazione dovrà essere orientata in modo da preservare l'assetto morfologico ed il microrilievo originario.*

La realizzazione di infrastrutture, impianti e attrezzature tecnologiche a rete o puntuali comporterà l'adozione di accorgimenti costruttivi tali da garantire una significativa funzionalità residua della struttura tutelata sulla quale si interviene; *gli interventi di rilevante modifica all'andamento planimetrico o altimetrico dei tracciati infrastrutturali, andranno accompagnati da uno studio di inserimento e valorizzazione paesistico ambientale. Nelle aree interessate da paleodossi di accertato interesse, da dossi di ambito fluviale recente, ovvero da paleodossi di modesta rilevanza ritenuti meritevoli di tutela, non sono invece ammesse nuove discariche per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, speciali ed assimilati, impianti di smaltimento o di stoccaggio per le stesse tipologie di materiali (salvo che detti impianti ricadano all'interno di aree produttive esistenti e che risultino idoneamente attrezzate), le attività estrattive, le attività produttive ricomprese negli elenchi di cui al D.M. 5/09/94 se e in quanto suscettibili di pregiudicare la qualità e la protezione della risorsa idrica. La previsione di nuove attività di quest'ultimo tipo o l'ampliamento di quelle esistenti, qualora tale esigenza non risulti altrimenti soddisfacibile tramite localizzazioni alternative, dovrà essere corredata da apposite indagini geognostiche e relative prescrizioni attuative che garantiscano la protezione della risorsa idrica."*

Per quanto riguarda le aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso e le aree a debolissima pendenza a deflusso idrico difficoltoso, individuate mediante l'elaborazione modellizzata delle quote del terreno naturale, esse sono aree particolarmente sensibili ai fini idraulici, in cui, non solo eventi alluvionali ma anche eventi meteorici intensi possono generare difficoltà di drenaggio superficiale, con conseguenti ristagni d'acqua; la perimetrazione delle aree depresse trova una generale corrispondenza con quanto riportato dal PTCP, sebbene quest'ultimo distingua tra aree depresse e aree a drenaggio difficoltoso.

Particolare attenzione dovrà essere posta alle aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso, all'interno delle quali è preferibile evitare l'edificazione, sia per motivi di natura idraulica, che per conseguire obiettivi di sostenibilità.

Infatti, se da un lato risulta tecnicamente possibile portare le aree depresse in condizioni di sicurezza idraulica, al pari delle aree circostanti, mediante il riporto di inerti, dall'altro in tal modo, non si opera a favore di un auspicabile contenimento e risparmio delle risorse naturali. Le aree depresse sono inoltre particolarmente sensibili da un punto di vista idraulico ed una loro, benché parziale, modificazione, potrebbe generare scompensi per le aree poste a monte.

È per tale motivo che, nelle aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso, si ritiene necessario evitare l'edificazione diffusa per evitare di costituire barriere morfologiche/idrauliche per le aree poste a monte e garantire la continuità di scolo delle acque superficiali; se singoli interventi edilizi potrebbero infatti essere ammessi, previo recupero di quote compatibili con la sicurezza idraulica, interventi estesi, oltre ad essere ambientalmente non sostenibili per lo spreco delle risorse inerti necessarie all'innalzamento dell'area, potrebbero peggiorare, amplificandole, le condizioni di criticità idraulica delle zone poste a monte.

Anche le infrastrutture lineari di superficie, nel caso dovessero interferire con tali strutture, specie se trasversali alla direzione di scolo, dovranno prevedere accorgimenti diretti a mantenere la continuità idraulica, di per sé già carente in tali aree.

Nelle aree a debole pendenza a deflusso idrico difficoltoso, si ritengono ammissibili trasformazioni del territorio, anche se, con particolare riferimento a eventuali rilevanti nuovi insediamenti, dovranno essere individuati gli accorgimenti tecnici da adottare sia per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali, sia per mantenere una ottimale capacità di smaltimento del reticolo di scolo sia principale che minore.

Il reperimento di un numero consistente di indagini geognostiche (349 prove penetrometriche) presso gli uffici tecnici comunali, ha permesso di eseguire alcune elaborazioni circa le caratteristiche meccaniche e delle condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni in caso di sisma per i materiali presenti entro i 10 m di profondità.

L'elaborazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni ha consentito di individuare le aree caratterizzate da terreni presenti entro il primo strato (1-4 m di profondità), normalmente interessati dalle strutture fondali della maggior parte degli interventi edilizi, aventi $R_p < 8 \text{ Kg/cm}^2$, ritenuta una resistenza meccanica scarsa; per tali aree saranno necessari maggiori approfondimenti nelle successive fasi di pianificazione del territorio e di attuazione degli interventi previsti.

Parallelamente a questa elaborazione del primo strato (1-4 m di profondità) si sono aggiunte elaborazioni riguardanti le porzioni di terreno sottostanti (4-7 m e 7-10 m di profondità); il confronto tra i risultati ottenuti dalle elaborazioni ha permesso di individuare quelle aree in cui vi sono terreni sottostanti al primo strato con caratteristiche meccaniche peggiori a quelli sovrastanti. In tali aree non potranno pertanto essere considerate solamente le caratteristiche dei livelli direttamente interessati dalle strutture fondali degli interventi, bensì anche i termini più profondi all'interno dei quali si propagano comunque i bulbi di pressione e che possono fornire contributi importanti ai cedimenti complessivi del terreno.

Anche per tali aree sarà necessario maggiore attenzione e maggiori approfondimenti diagnostici.

Con la Delibera della giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 1677/2005 si dà atto che a decorrere dal 25 ottobre 2005 trova attuazione la classificazione sismica dei comuni della

regione, stabilita dall'OPCM n. 3274/2003, in via di prima applicazione e comunque fino alla deliberazione regionale di individuazione delle zone sismiche. **Il comune di Bomporto**, come la maggior parte dei comuni della provincia, ricade in **zona 3** (fanno eccezione Castelvetro, Fiorano, Formigine, Frassinoro, Maranello, Pievpelago e Sassuolo che sono in zona 2).

Secondo la delibera regionale citata, per l'utilizzo del DM 6-1-1996 vanno considerate le specifiche di "sismicità bassa" ($S = 6$) per i comuni in zona sismica 3.

Con riferimento al territorio comunale di Bomporto si è provveduto ad individuare la pericolosità sismica locale, individuando come unico effetto di sito la possibile liquefazione/addensamento dei terreni.

L'analisi è stata condotta recuperando le prove penetrometriche eseguite sul territorio e messe a disposizione dell'Amministrazione Comunale.

La verifica a liquefazione dei suoli incoerenti è stata eseguita utilizzando il Metodo di Robertson e Wride 1997 - C.N.R. - GNDT - coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat.

Nel caso in esame è stata eseguita la verifica a liquefazione facendo riferimento all'Accelerazione sismica massima (g)=0,15 prevista per la zona 3.

La liquefazione è in relazione al coefficiente di sicurezza nel seguente modo:

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| - $F_s \geq 1,25$ | LIQUEFAZIONE ASSENTE |
| - $1,0 < F_s < 1,25$ | LIQUEFAZIONE POSSIBILE |
| - $F_s < 1$ | LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE |

Si è ritenuto di considerare a rischio solo quelle aree che presentano un coefficiente di sicurezza inferiore a 1, ovvero le aree dove la liquefazione è molto probabile.

L'analisi del territorio, con riferimento a questo aspetto, si è limitata alle sole aree sulle quali si era in possesso di dati geognostici; pertanto la rappresentazione grafica delle aree con accertata liquefazione molto probabile non è rappresentativa dell'intero territorio comunale, bensì è riferita alle sole aree indagate.

Va anche aggiunto che l'indagine svolta è puramente ricognitiva e che livelli successivi di pianificazione o intervento dovranno verificare in modo più specifico quanto qui riportato.

Entro tali aree gli interventi eventualmente previsti o programmati dovranno trovare attuazione attraverso approfondite indagini sismiche per la definizione degli accorgimenti necessari alla messa sicurezza rispetto al rischio di liquefazione/addensamento dei terreni in occasione di sisma.

In tali aree le trasformazioni del territorio dovranno prevedere l'esecuzioni di indagini approfondite per verificare quanto in questa sede ipotizzato e se confermato definire l'esatta probabilità di liquefazione dei terreni per procedere ad una corretta progettazione degli interventi al fine di ridurre il rischio sismico.

6.2 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

6.2.1 Acque superficiali

6.2.1.1 Il reticolo idrografico

Il territorio comunale di Bomporto rientra all'interno del bacino idrografico del fiume Panaro, che delimita il confine orientale del comune, per una lunghezza di circa 14.5 Km; il territorio, che ha un'estensione prevalente nord-sud è lambito, nella parte sud-occidentale, anche dal tracciato del fiume Secchia, che ne definisce per poco più di 2.0 km, il confine occidentale con il comune di Soliera, nel tratto in cui i due corsi d'acqua raggiungono la minima distanza (poco meno di 4.0 Km).

Il **fiume Panaro** ha origine dal Monte Cimone (2.165 m s.m.) e confluisce nel Po, presso Bondeno, dopo aver percorso circa 165 km; nel tratto di pianura scorre all'interno di arginature continue con lunghi tratti rettilinei intervallati da tratti a meandri.

Dall'altezza della via Emilia e proseguendo verso nord, l'alveo del Panaro assume l'aspetto di un tipico alveo delle pianure alluvionali soggette ad inondazioni durante le piene maggiori, caratterizzato dalla presenza di meandri, pensile sia per cause naturali (sopralluvionamenti) che per la presenza di arginature artificiali, costruite a partire dal XV secolo, che l'accompagnano da poco a monte della via Emilia fino allo sbocco in Po.

Il bacino del fiume Panaro occupa buona parte del territorio della Provincia di Modena, parte di quello della Provincia di Bologna e, limitatamente, le Province di Pistoia (Abetone), Ferrara (Bondeno) e Mantova (Oltrepò mantovano); il bacino ha una superficie complessiva di 1.775 km² (2,5% circa della superficie complessiva del bacino del Po). A differenza di altri corsi d'acqua, per i quali in corrispondenza dell'inizio del tratto arginato si chiude il vero e proprio bacino di alimentazione, il fiume Panaro riceve invece un certo numero di affluenti, quasi tutti collocati in sinistra idraulica; nella zona di bassa pianura, a nord della via Emilia, riceve i contributi del Canale Naviglio (comune di Bomporto), del Diversivo di Burana, del Collettore di Acque Alte e del Canale Emissario del Collettore delle Acque Basse (questi ultimi collettori ad uso plurimo in sinistra e destra orografica del Panaro).

Nei pressi di Bomporto vi confluisce il Naviglio di Modena e diventa navigabile sino alla confluenza col Po, poco a ovest di Ferrara, fra Stellata e Salvatonica, dopo avere attraversato una zona golenale molto boscosa, poco a monte dell'immissione in Po del Cavo Napoleonico (o *Scolmatore del Reno*).

Storicamente a partire dal 1800, si registra una tendenza sempre più accentuata ad intervenire, in modo sempre più massiccio, sulla morfologia fluviale, tendenza che si accentuerà in modo sostanziale nel secolo scorso (1900), con il completamento delle grandi bonifiche di pianura, che sottraggono ai fiumi estese aree normalmente invase delle acque tracimanti nei periodi di piena e con l'intensificarsi sempre maggiore, a partire dagli anni '50, delle escavazioni in alveo prima e nelle aree di competenza fluviale poi.

Da un punto di vista morfologico, va rilevata, a partire dagli anni '60, una tendenza per il fiume Panaro, comune anche per altri fiumi del territorio regionale, a modificare sostanzialmente il proprio equilibrio idraulico, in relazione ai numerosi interventi di trasformazione, quasi esclusivamente di natura antropica, che sono stati eseguiti.

Gli imponenti lavori effettuati, sugli alvei fluviali, quali la sottrazione delle aree golenali, i tagli dei meandri ("drizzagni") e l'escavazione di materiali lapidei direttamente in alveo, hanno determinato, negli ultimi decenni, modificazioni ed interferenze con la dinamica naturale del corso d'acqua.

Il raddrizzamento dei percorsi, il ringiovanimento del profilo di equilibrio - con conseguente spostamento verso valle del punto neutro - l'aumento dei tempi di corrivazione, delle portate istantanee e delle altezze delle "onde" di piena e soprattutto, un generale abbassamento del fiume, con "inalveamento" del proprio letto, rappresentano soltanto alcune delle conseguenze sulla morfologia fluviale operata dall'intervento antropico.

Tra Navicello e la foce, l'alveo è caratterizzato da un andamento prevalentemente rettilineo con curvature poco accentuate; localmente si osserva una marcata sinuosità. La larghezza è pressoché costante per effetto dell'elevato grado di artificializzazione dell'alveo stesso, costretto tra arginature continue generalmente in frodo, con tracciato planimetrico sostanzialmente stabile; solamente nel tratto terminale, dove le arginature risultano maggiormente distanziate, il corso d'acqua è interessato attualmente da apprezzabili fenomeni di erosione spondale e ha subito un lieve incremento di sinuosità con accentuazione della curvatura di alcune anse. È verosimile che al fenomeno di erosione spondale si accompagni un approfondimento del profilo di fondo, in relazione all'analogo fenomeno che nell'ultimo trentennio ha interessato il Po nella zona di confluenza.

Storicamente il Panaro era utilizzato fin dal XIII secolo per i traffici fluviali da Modena al Po e il centro di Finale (oggi Finale Emilia) era il principale scalo, oltre che il centro urbano di maggiore consistenza. Bomporto era scalo fluviale alla confluenza del Naviglio nel Panaro; delle antiche strutture portuali rimangono in parte le banchine in muratura e la chiusa per regolare il livello delle acque.

Lungo il Panaro, nel tratto da Bomporto a Camposanto, affacciati verso l'acqua si dispongono pregevoli complessi edilizi, costituiti da dimore di campagna con torri colombaie, oratori, ghiacciaie, che ripropongono strutture a corte aperta.

Spiccano nel paesaggio i viali di accesso a pioppi e i vasti parchi; di costruzione compresa tra il XVII e il XIX sec., appartenevano a nobili famiglie modenesi e bolognesi, richiamate sia dalla navigabilità del corso d'acqua, sia dalle più favorevoli condizioni dei terreni.

Il **fiume Secchia**, lungo tutto il proprio percorso sul territorio comunale (poco più di 2.0 Km), risulta dotato di arginature artificiali che lo isolano completamente dal resto della rete idrografica superficiale; in corrispondenza dell'inizio del tratto arginato, infatti, si chiude il vero e proprio bacino di alimentazione del Secchia ed ogni altro apporto da valle si concentra in pochi canali di bonifica che, attraverso sollevamento artificiale, confluiscono nel fiume molto più a valle, in territorio mantovano.

All'interno del territorio comunale, presso la frazione di Sorbara, è invece presente, sul fiume Secchia, un'opera di adduzione denominata Chiavica Secchia, che deriva acqua dal fiume per scopi irrigui.

Anche il fiume Secchia è stato sede, sin dall'antichità, di interventi di bonifica, sia naturale che legata direttamente all'azione dell'uomo e volta alla riduzione delle vaste paludi che vi si sviluppavano; a periodi più recenti (post anni settanta) sono invece da ricondurre gli imponenti lavori eseguiti sugli alvei fluviali che hanno condotto a rilevare per il fiume Secchia, come per altro anche per il Panaro, una tendenza a modificare alcune sue caratteristiche peculiari, con il restringimento dell'alveo, il raddrizzamento dei percorsi ed il ringiovanimento del proprio profilo di equilibrio, con conseguente spostamento verso valle del punto neutro. Si tratta principalmente della sottrazione delle aree golenali, tagli di meandri "drizzagni" ed escavazione di materiali lapidei direttamente in alveo, che stanno alla base anche di fenomeni quali l'aumento dei tempi di corrivazione, delle portate istantanee e delle altezze delle onde di piena.

Il resto della rete idrica superficiale è costituito da un insieme di cavi, canali e scoli in gestione al Consorzio di Bonifica di Burana, Leo, Scotenna; in particolare, all'interno del

territorio comunale si distinguono due sottobacini principali di scolo, quello del canale Naviglio, che interessa la parte più meridionale (poco meno del 20% del territorio comunale, per un'estensione di circa 7.7 Km²) ed il Bacino Acque Alte, che interessa la restante parte del territorio comunale (poco più dell'80%, per un'estensione di circa 31.5 Km²).

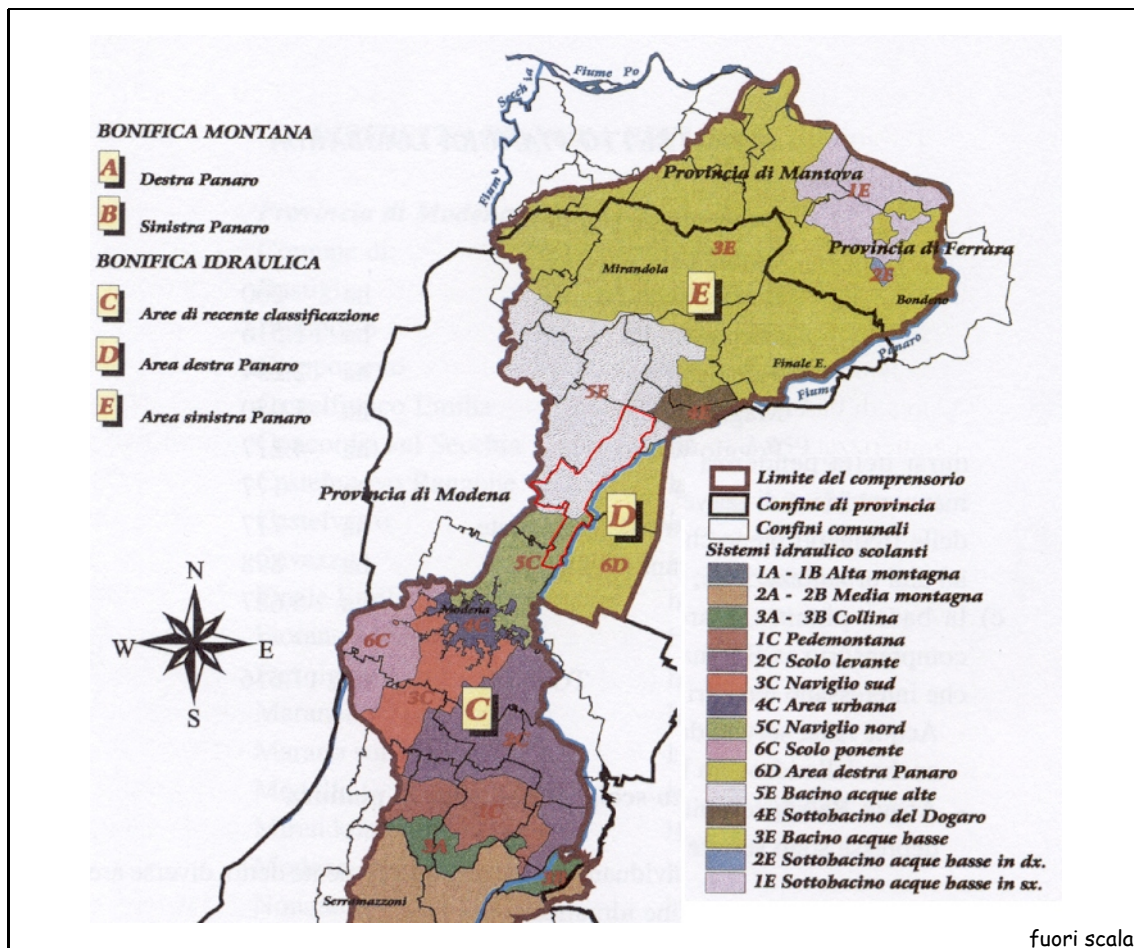


Fig. 6.24 - Bacini di scolo¹⁷

Il Bacino Acque Alte è a sua volta suddiviso in due sottobacini, l'uno afferente al Cavo Vallicella, che costituisce il 79% (30,9 Km²) dell'intero bacino di Acque Alte del comune di Bomporto ed il restante 1,4% (0.5 Km²) afferente al Canale di Gronda.

Il bacino Acque Alte, ha un'estensione complessiva di 17.900 ha ed utilizza come collettore di scolo principale il Canale Diversivo di Burana, che raccoglie per l'appunto le "acque alte" poste a sud rispetto al proprio tracciato e le recapita nel fiume Panaro in località S. Bianca di Bondeno, nel ferrarese. Con le prime opere di bonifica, attuate nel 1800, lo scarico in Panaro poteva avvenire solamente per caduta naturale, ed era quindi condizionato e vincolato alle quote d'acqua nel fiume; emergevano quindi notevoli difficoltà ogni volta che le piene interne si verificavano in concomitanza con situazioni di piena del ricevente. Con le opere complementari, per eliminare tali inconvenienti, venne costruito l'impianto idrovoro di S. Bianca, il cui funzionamento interviene, quando la situazione lo richieda, a mantenere la quota di acqua nel canale Diversivo di Burana entro la massima quota di piena prevista, pur essendo il Panaro a quote superiori.

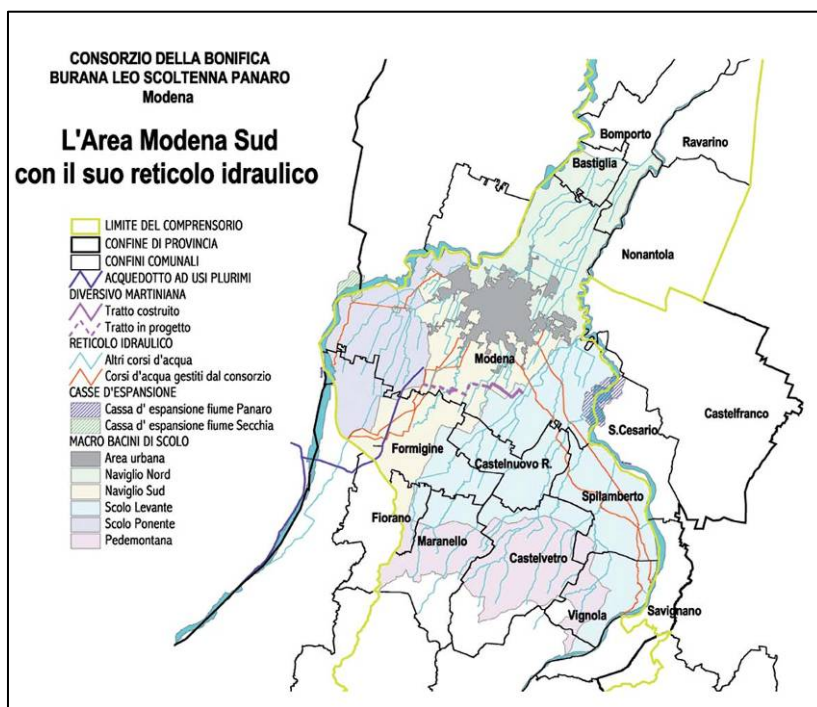
¹⁷ CONSORZIO DELLA BONIFICA BURANA-LEO-SCOLTENNA-PANARO (1999) - *La gestione del sistema idraulico nel comprensorio di pianura del consorzio di Burana - Evoluzione strutturale*

In tal modo, il bacino Acque Alte, è a scolo meccanico alternato, essendo il sollevamento limitato a periodi di alti livelli del ricevente.

Tra i corsi d'acqua principali appartenenti al Bacino di Acque Alte rientrano nel territorio comunale, la Fossa S. Pietro, che ne segna il confine occidentale ed il Cavo Fiumicello, che attraversa il territorio comunale da sud-est verso nord, sviluppandosi per una lunghezza di circa 17.0 Km; entrambi i corsi d'acqua confluiscono poi nel Cavo Vallicella più a nord.

Il resto del territorio comunale, che non risulta compreso nel bacino di scolo Acque Alte, fa parte del bacino del Canale Naviglio; il corso d'acqua, che nasce in sotterranea nel centro di

Modena (Piazza Roma, davanti all'Accademia Militare), scorre al centro di Corso Vittorio Emanuele II, appare in superficie poco a nord del centro storico e, dopo aver toccato le località di Albareto e Bastiglia, sfocia in Panaro a Bomporto attraverso un manufatto dotato di porte vinciane. Quando il livello idrico del fiume Panaro supera quello del Canale Naviglio vengono chiuse le porte vinciane e le acque del canale, quando superano i suoi



argini, vanno ad allagare la zona depressa tra i cavi Argine e Minutara, nota come Prati di San Clemente. Poiché riceve le acque di numerosi corsi d'acqua, che scorrono sia a sud (es. Canale di Corlo, canale Soratore, Canale di Formigine, Rio Cerca, Fossa Archirola), sia a nord (es. Scolo Levata, Cavo Argine, Cavo Minutara) di Modena, il Canale Naviglio drena gran parte delle acque a sud di Modena e quelle della media pianura tra Secchia e Panaro, a nord di Modena. In particolare il bacino del Naviglio comprende la rete scolante e fognaria della città di Modena.

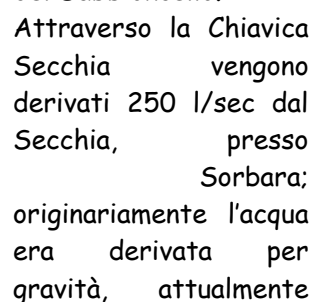
In origine il Canale Naviglio nasce come asta navigabile, e quindi "bisognosa" di cospicui apporti idrici, recapitatigli dai bacini esterni attraverso la città di Modena; questa circostanza sta alla base degli scompensi idraulici intervenuti nel corso del tempo.

Venendo meno la vocazione originaria del Naviglio e persistendo, dall'esterno, le numerose immissioni di fossi, canali e torrenti, i cui bacini hanno subito crescenti impermeabilizzazioni a seconda delle fasi storiche attraversate, i problemi idraulici legati agli eventi estremi si sono acuiti, tant'è che a diverse riprese sono stati effettuati "tagli" del bacino, e progetti per la riduzione di ulteriori quote del bacino.

Il Cavo Minutara, il Cavo Argine ed il Cavo Fossa Monda, sono tutte e tre affluenti di destra del Canale Naviglio, nati in origine con duplice funzione, drenante a monte ed irrigua a valle, ma che si sono sempre più configurati nel tempo come canali con funzione mista (acque bianche ed acque nere) al servizio del tessuto urbano della città di Modena; tale circostanza ha originato l'esigenza di intercettare le acque nere tramite un canale di gronda denominato "Collettore di nord-est", per inviarle all'impianto di depurazione

Il Cavo Minutara scorre con direzione pressoché parallela a quella del fiume Panaro, attraversa il territorio comunale di Bomporto per una lunghezza complessiva di circa 5.2 km, prima d'immettersi nel Canale Naviglio, poco a monte dell'abitato di Bomporto; per la conformazione morfologica delle sue sponde (sponda sinistra più ribassata di quella destra), risulta essere storicamente interessato da episodi di esondazione, con allagamento della zona dei prati di San Clemente, posta in sinistra del corso d'acqua, nel zona meridionale del territorio, le acque esondate, impedito nel loro deflusso verso ovest dal cavo Argine, vengono raccolte dallo stesso cavo e convogliate infine nel canale Naviglio.

utilizzati, oltre che per lo scolo, anche per usi irrigui; in particolare le aree del territorio comunale fanno capo a due differenti sistemi irrigui: le aree a sud fanno capo alla zona della Chiavica Secchia e della presa del Naviglio, mentre la parte centrale e settentrionale, rientra all'interno della zona dominata dalle opere del Sabbioncello.



La restante area è servita attraverso le opere dell'impianto Sabbioncello, che deriva acqua dal Po presso Quingentole, viene addotta, tramite l'omonimo canale e l'impianto di sollevamento Ubersetola al Canale Diversivo di Burana presso San Possidonio, viene quindi immessa nel Canale Diversivo di Cavezzo tramite l'impianto Camurana, poco a sud di Mirandola e successivamente sollevata dall'impianto Montalbano; dal Canale Diversivo di Cavezzo si dipartono o sono allacciati numerosi canali, che adducono acqua nel territorio di diversi comuni.

Di seguito si riporta un elenco dei corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario, specificando per ognuno la lunghezza complessiva compresa entro il territorio comunale.

PRENOME	NOME	LUNGHEZZA (m)
Cavo	Argine	2.663
Fossa	Beltrama	1.647
Fosso	Campori	335
Cavo	Canalino del Bosco	4.012
Allacciante	Canalino del Bosco - Fiumicello	556
Cavo	Carrata Bassa	3.468
Allacciante	Carrata bassa - Fiumicello	157
Canale	di Gronda	4.565
Cavo	Fiumicello	17.104
Cavo	Fossadone	7.120
Fosso	Franchini	968
Fossa	Gallarana	4.446
Fosso	Ladri	2.774
Fosso	Molza	474
Cavo	Minutara	5.228
Fossa	Monda	2.854
Canale	Naviglio	2.453
Fosso	Paltrinieri	741
Allacciante	Paltrinieri - Torrazzo	324
Fossa	S. Pietro	10.120
Fosso	Sorbara Cristo	2.315
Fosso	Strada Panaria	456
Fosso	Torrazzo	2.181
Fosso	Torre	785
Fosso	Vacche	3.727
Fosso	Verdeta Primo	3.606
Fosso	Verdugo	664
TOTALE		83.080

tab. 6.2 - Elenco dei corsi d'acqua e loro sviluppo lineare

Con riferimento alla carta della "Idrografia" (tavola QC.6/t3), riportata in forma semplificata nella Fig. 6.25 si osserva che l'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale è costituita da un sistema di assi drenanti orientati prevalentemente in senso nord-sud e secondariamente est-ovest, nel quale gli spartiacque superficiali più importanti sono costituiti dal Cavo Fiumicello, Fossa S. Pietro e Cavo Fossadone, in direzione nord-sud e da una serie di fossi minori, in direzione est-ovest.

Gli elementi caratterizzanti il reticolo idrografico sono stati rappresentati nella carta della "Idrografia" superficiale (tavola QC.6/t3), nella quale vengono indicati, oltre ai tracciati dei corsi d'acqua, distinti a seconda degli usi in "uso irriguo, di scolo e promiscuo", anche le tracce delle sezioni e la numerazione progressiva. Nella carta sono stati inoltre riportati i sottobacini bacini idrografici relativi a ciascun corso d'acqua presente sul territorio comunale, forniti dal Consorzio della Bonifica Burana-Leo-Scoltenna.

Le schede tecniche sono invece riportate nel relativo fascicolo (QC.6/A - Schede dei corsi d'acqua).

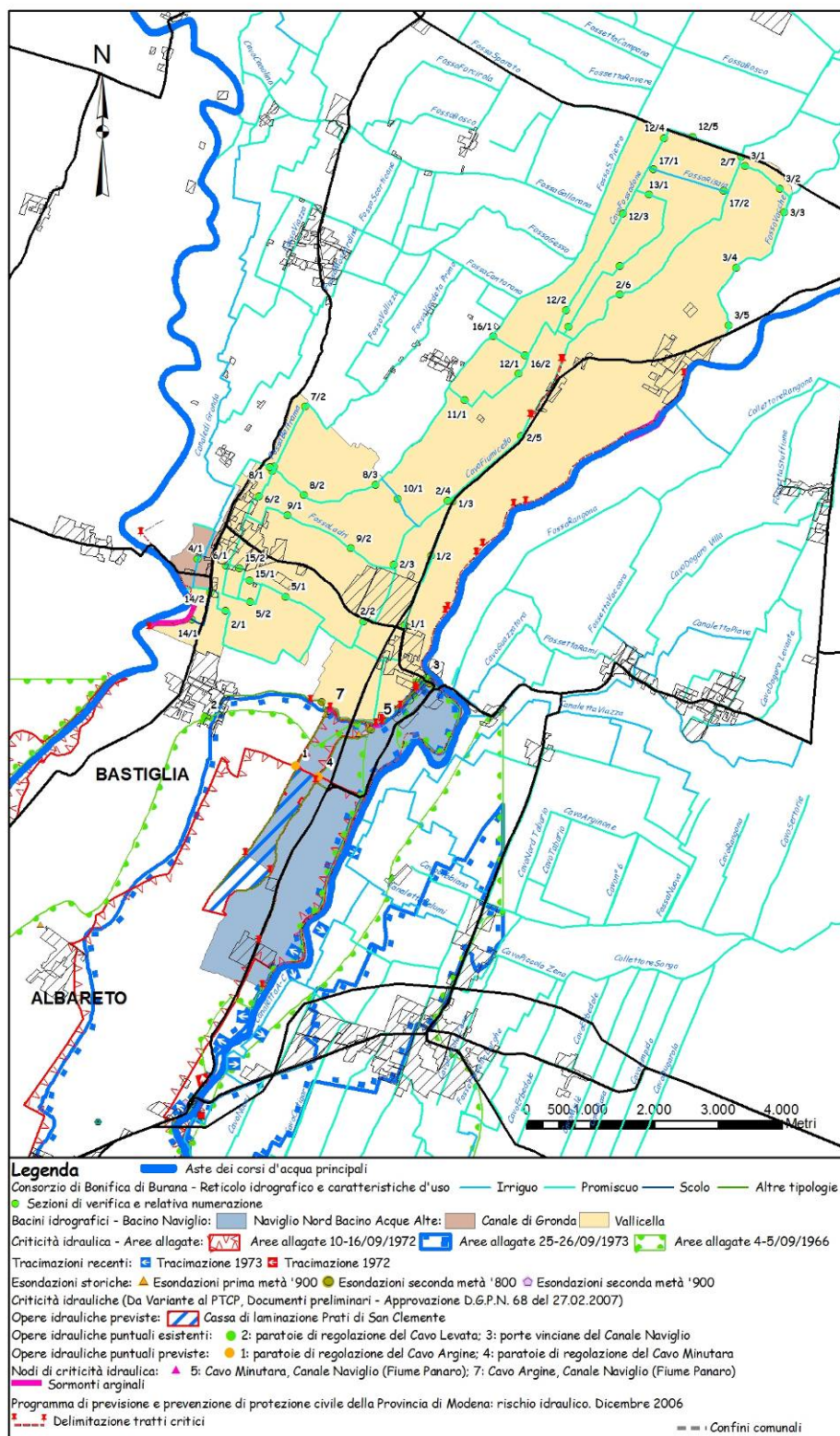


Fig. 6.25 - Idrografia (Tavola QC.6/t3)

La ricostruzione della rete drenante minore, attraverso l'individuazione dei principali corpi idrici e dei loro bacini idrografici, è stata effettuata tramite la cartografia esistente e attraverso un rilevamento di campagna, che ha permesso d'individuare le principali caratteristiche morfologiche ed idrauliche dei corsi d'acqua, ed ha portato alla compilazione di schede descrittive di alcuni caratteri ambientali rilevabili in modo

speditivo, con i quali ricostruire un quadro conoscitivo delle condizioni ambientali dei corsi d'acqua presenti sul territorio.

In generale, si osserva come una diversa funzione idraulica, assegni ad un corso d'acqua, un differente valore ambientale, anche se spesso, le condizioni che ne aumenterebbero il valore naturalistico o biologico, collidono con le esigenze o funzioni idrauliche (non possono ad esempio formarsi compagini arbustive e tantomeno arboree ne sul fondo ne sugli argini, che andrebbero ad inficiare l'auspicata funzione di allontanamento o invasamento delle acque fluenti).

Quanto detto appare tanto più evidente se si considera la componente "acqua", quale elemento nel quale trovano vita numerosi animali, collocati in diversi punti del ciclo alimentare; laddove non c'è acqua, oppure vi è per periodi limitati, non possono formarsi quelle biocenosi che generano biosistemi tipici, in contrapposizione ai corsi d'acqua a regime più o meno permanente.

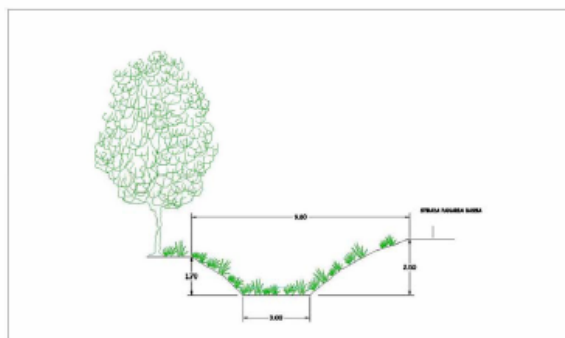
Si è detto, che la caratterizzazione idrografica ed idraulica del territorio è stata eseguita anche attraverso una campagna di rilevamento puntuale delle caratteristiche qualitative dei corsi d'acqua; le informazioni raccolte, che sono state sintetizzate in apposite schede tecniche, di cui di seguito si riporta un esempio, hanno così permesso di mettere in luce, sia eventuali situazioni di compromissione, su cui sarà possibile intervenire con opere di "bonifica", sia aree di particolare pregio ambientale, su cui sarà possibile intervenire con azioni di salvaguardia e valorizzazione.

Per ogni corso d'acqua sono state eseguite una o più sezioni (ubicate sulla carta), in funzione dell'estensione e della variabilità riconosciuta al corso d'acqua stesso; in ogni scheda è indicato il numero d'ordine della sezione, in modo da poter effettuare confronti con le sezioni a monte ed a valle ed eventualmente riconoscere un'evoluzione nelle forme e nelle caratteristiche del corso d'acqua. Vengono inoltre riportati una sezione geometrica schematica dello stesso corso nel punto di osservazione, oltre ad una serie di informazioni rilevate in corrispondenza della sezione eseguita, relativamente alle caratteristiche delle sponde, dell'alveo e della vegetazione presente.

Si è infine cercato di attribuire un giudizio qualitativo, sul grado di naturalità in s.l. riconosciuto al corso d'acqua in esame, sulla base del quale operare una sorta di classificazione del reticolo idrografico superficiale.

CORSO D'ACQUA: CAVO CANALINO DEL BOSCO
 LOCALITA': Fondo San Giuseppe SP SEZIONE N°: 1/2
 Panaria Bassa
 USO: Promiscuo DATA RILIEVO: 10/01/08

SEZIONE SCHEMATICA



1 - CARATTERISTICHE DELLE SPONDE

- 1a - Geometria ☒ regolare ☐ irregolare (a meandri)
☒ in terra ☐ altro
 1b - presenza di arginature ☒ Rilevato stradale sponda destra
 1c - presenza di vegetazione ☐ arbusti/siepi ☐ vegetazione ripariale
☒ alberature isolate ☐ alberature continue
☐ nella parte alta ☐ nella parte bassa
 1d - presenza di dissesti sulle sponde
☐ con segni di erosione e/o smottamenti della sponda
☐ con ☐ senza interventi di risistemazione
 1e - altro _____

2 - CARATTERISTICHE DEL FONDO

- 2a - acqua ☐ limpida ☒ discretamente limpida ☐ poco limpida ☐ torbida
☒ corrente ☐ stagnante ☐ maleodorante ☐ assente
 2b - tracce visibili di ☐ scarichi liquidi ☐ rifiuti solidi

3 - VALENZA PAESAGGISTICA ED ECOLOGICA

- ☐ nulla ☒ bassissima ☐ bassa ☐ medio-bassa
☐ discreta ☐ abbastanza buona ☐ buona ☐ ottima

NOTE: _____



FOTO 1/3 - Ripresa verso nord



FOTO 1/4 - Ripresa verso sud

Nella tabella seguente è riportata la classificazione del grado di naturalità dei cavi e dei canali comunali censiti. Per ogni corso d'acqua analizzato viene riportato il numero progressivo di sezione relativo alle schede specifiche, il numero di sezioni eseguite e le valutazioni relative ad ogni sezione effettuata.

<i>Numero Scheda</i>	<i>Corso d'acqua</i>	<i>N. Sez.</i>	<i>Giudizio</i>
1.	CAVO CANALINO DEL BOSCO	3	BSS, D, B
2.	CAVO FIUMICELLO	8	AB, D, AB, AB, B, AB, D
3.	FOSSO DELLE VACCHE	5	MB, MB, MB, MB, MB
4.	CANALE DI GRONDA	1	MB
5.	CAVO TORRAZZO	2	D, D
6.	FOSSO SORBARA CRISTO	3	BSS, MB, MB
7.	FOSSO BELTRAMA	2	D, MB
8.	FOSSA SAN PIETRO	3	MB, MB, MB
9.	FOSSO LADRI	2	BSS, BSS
10.	FOSSO FRANCHINI	1	BS
11.	FOSSO MOLZA	1	BS
12.	CAVO FOSSADONE	5	BS, BS, D, D, B
13.	SCOLO CARATA BASSA	3	AB, D, D
14.	FOSSO TORRE	2	D, D
15.	FOSSO PALTRINIERI	1	D, MB
16.	FOSSO VERDUGO	2	MB, MB
17.	FOSSA RISAIA	2	MB, MB
Valenza paesaggistica - N = nulla; BSS = bassissima; BS = bassa; MB = medio-bassa; D = discreta; AB = abbastanza buona; B = buona; O = ottima			

tab. 6.3 - Classificazione del grado di naturalità di cavi e canali

Nella classificazione dei corsi d'acqua, con riferimento al loro grado di naturalità, oltre a componenti quali la vegetazione, la presenza più o meno permanente di fauna, si è considerata quale componente discriminante, la presenza dell'acqua, che viene a mancare, per parecchio tempo dell'anno, nei canali irrigui.

Dall'analisi svolta emerge la presenza, sul territorio di una rete idrografica con scarsa valenza paesaggistica, in relazione principalmente all'artificialità della rete ed alla vocazione promiscua della maggior parte dei corsi d'acqua.

6.2.1.2 Aspetti qualitativi

Per la caratterizzazione qualitativa delle acque superficiali si è fatto riferimento:

- ai dati presenti nel "Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena - anni 2003-2004" a cura della Provincia di Modena e dell'Arpa - sezione di Modena;
- Ai dati riportati nella Relazione Generale della Variante al PTCP in attuazione del PTA (D.Lgs. 152/06, L.R. 3/99, L.R. 20/00), datata Luglio 2007, che riporta i risultati dei campionamenti relativi all'anno 2005, poi riproposti anche nel "Quadro conoscitivo preliminare della Variante generale al PTCP - Sistema Naturale e ambientale" nell'ambito dei Documenti preliminari approvati, a cui si rimanda nell'elaborato "Quadro

Conoscitivo - relazione" della Variante PTCP 2009 (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009) .

Lo *stato ambientale di un corso d'acqua* è definito sulla base dello stato ecologico e dello stato chimico del corpo idrico.

Lo *stato ecologico* è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici della natura chimica e fisica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando come prioritario lo stato della componente biotica dell'ecosistema. Alla definizione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali contribuiscono sia parametri chimico-fisico- microbiologici di base relativi al bilancio dell'ossigeno ed allo stato trofico attraverso l'indice LIM, sia la composizione della comunità macrobentonica delle acque correnti attraverso il valore dell'Indice Biotico Esteso (IBE). Le frequenze di campionamento per i parametri LIM sono mensili, mentre l'analisi del biota con l'IBE è di norma trimestrale.

Lo *stato chimico* è definito in base alla presenza di microinquinanti ovvero di sostanze chimiche pericolose; la valutazione è effettuata inizialmente in base ai valori soglia riportati nella direttiva 76/464/CEE e nelle direttive da essa derivate, nelle parti riguardanti gli obiettivi di qualità, nonché negli allegati alla normativa vigente; nel caso per gli stessi parametri siano riportati valori diversi, deve essere considerato il più restrittivo.

I dati relativi allo stato ecologico rapportati con i dati relativi alla presenza di inquinanti chimici definiscono lo *stato ambientale*.

L'individuazione delle stazioni di monitoraggio, le frequenze di campionamento, i criteri di valutazione, sono definiti dagli allegati tecnici della stessa normativa. La Regione Emilia Romagna ha adottato il 22 dicembre 2004 il PTA che accoglie, quale strumento di conoscenza e di verifica delle azioni programmate, la rete di monitoraggio individuata nella D.G.R. 27/2000 e successivamente definita dalla D.G.R. 1420/2002.

Le stazioni di monitoraggio per gli obiettivi di qualità sono:

- di *tipo A* quelle individuate a livello nazionale (*tra queste quelle di tipo AS sono localizzate su corpi idrici significativi, mentre quelle di tipo AI sono stazioni ritenute di interesse*)
- di *tipo B* quelle individuate a livello regionale
- di *tipo C* quelle individuate a livello provinciale

Le stazioni di monitoraggio per la destinazione funzionale sono quelle:

- destinate alla *produzione di acqua potabile*
- destinate alla *balneazione*
- che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla *vita dei pesci*

Con riferimento al territorio comunale di Bomporto le stazioni di monitoraggio cui si può fare riferimento sono:

BACINO	CORPO IDRICO	CODICE	DENOMINAZIONE	T IPO
PANARO	Fiume Panaro	01221300	Ponte S.P. 1 - Bomporto	B
	Fiume Panaro	01221100	Ponticello Sant'Ambrogio - Modena	B
	Fiume Panaro	01221600	Ponte Bondeno - Ferrara	AS
	Canale Naviglio	01221400	Ponticello loc. Bertola - Albareto	AI

La stazione relativa al canale Naviglio non risulta compresa nel territorio di Bomporto, ma ubicata a monte di Modena; la si prende in considerazione dato che il canale s'immette nel fiume Panaro proprio in corrispondenza del confine meridionale di Bomporto.

Delle tre stazioni sul fiume Panaro, una è ubicata proprio entro il territorio di Bomporto; si hanno inoltre due stazioni, una a valle ed una a monte rispetto al tratto d'interesse, cui è

possibile fare riferimento per una valutazione complessiva dell'andamento delle qualità delle acque nel tratto in cui ricade, tra gli altri, il territorio comunale di Bomporto.

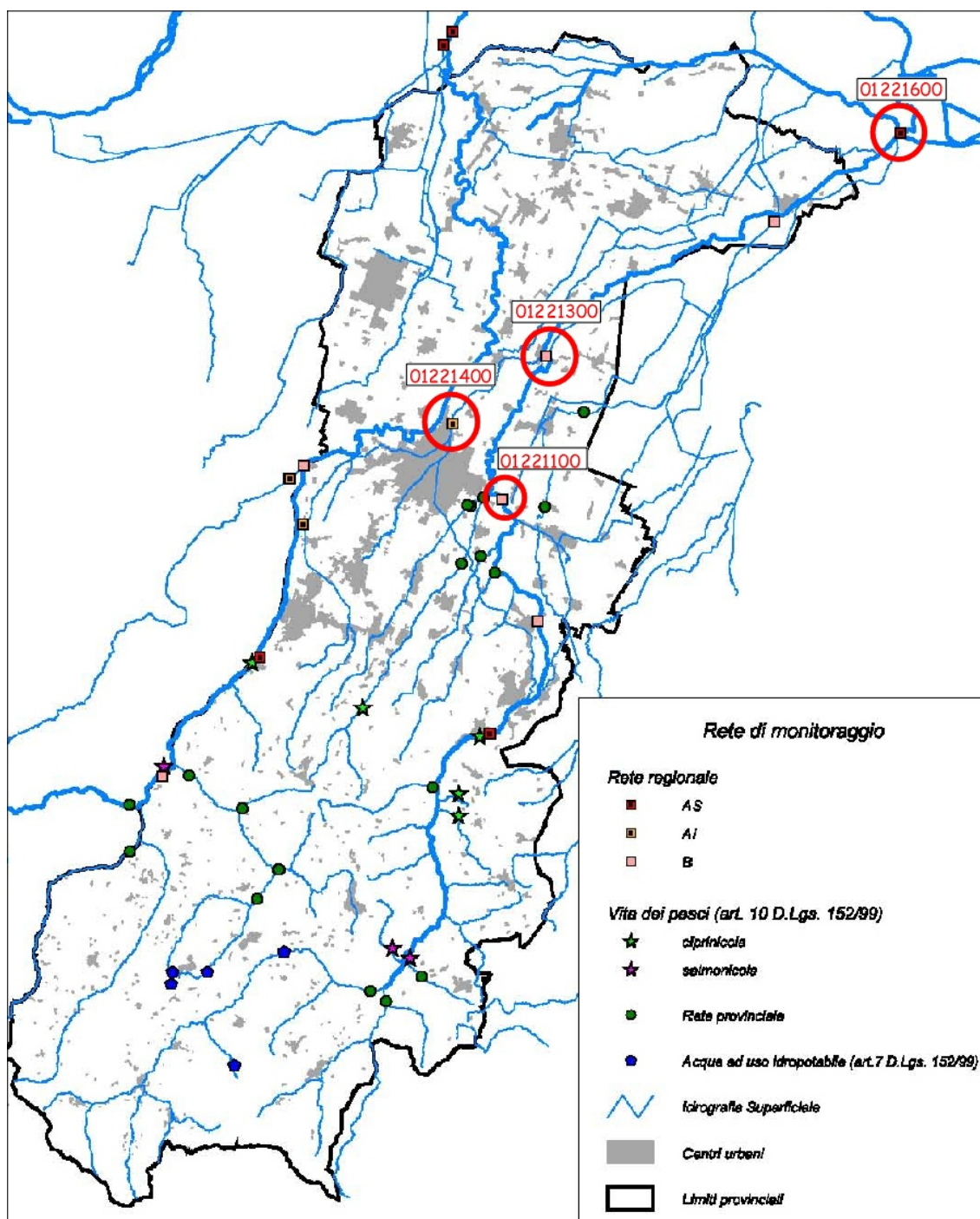


Figura 6.26 - Rete di monitoraggio acque superficiali

Stato chimico

Con riferimento alla Rete di monitoraggio regionale, si riportano di seguito, i dati relativi alla media al 95^{esimo} percentile dei parametri chimici misurati nel periodo 1994 - 2004¹⁸ nelle stazioni:

- 01221300 - fiume Panaro - ponte sulla strada provinciale S.P. 1 - Bomporto;

¹⁸ Da "Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena - anni 2003-2004" a cura di PROVINCIA DI MODENA E ARPA - SEZIONE DI MODENA.

- 01221100 - fiume Panaro - ponte S. Ambrogio -Modena;
- 01221600 - fiume Panaro - ponte Bondeno - Bondeno.
- 01221400 sul canale Naviglio

Parametri	Fiume Panaro - Bomporto											
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	94-04
Portata	mc/sec	-	-	-	5,365	3,718						4,542
Temperatura	°C	8,0	16,9	13,4	13,4	12,6	13,0	17,2	11,6	13,6	14,8	13,2
pH		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,1	8,1	7,9	8,0	7,9	8,0
Durezza	°F	18,2	19,6	21,2	20,8	17,4	17,8	17,1	18,6	18,7	25,7	21,2
Conducibilità	uS/cm	395	415	456	462	416	457	384	403	409	598	395
Mat.in Sosp.	mg/l	60	67	164	30	23	64	42	31	74	55	139
Ossigeno (%sat.)		65	89	102	102	80	88	85	71	91	99	95
B.O.D.	mg/l	3	3	3	3	4	5	2*	2	2	4	2
C.O.D.	mg/l	8	6	11	8	12	14	10	10	10	10	8
Fosforo tot. (P)	mg/l	0,19	0,21	0,28	0,23	0,29	0,37	0,20	0,17	0,19	0,31	0,14
Fosforo reat. (P)	mg/l	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,11	0,09	0,06	0,11	0,21	0,05
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,07	0,33	0,14	0,25	0,48	0,35	0,28	0,29	0,07	0,22	0,07
Azoto nitroso (N)	mg/l	0,05	0,07	0,03*	0,05	0,07	0,08	0,17	0,15	0,02	0,10	0,02
Azoto nitrico (N)	mg/l	1,3	1,2	1,3	1,1	0,8	1,6	1,0	1,0	1,3	2,1	1,4
Solfati (SO4)	mg/l	39,3	41,6	46,4	49,9	43,3	47,1	36,8	37,9	33,7	70,4	46,6
Cloruri (Cl)	mg/l	14,8	18,3	20,8	28,1	30,4	33,8	26,2	27,8	17,5	48,7	27,9
Escherichia coli	U.F.C.	14122	18338	17888	9293	9686	5022	4949	1087	1150	3399	1332
Streptococchi f.	U.F.C.	674	500	2070	363	813	290	138	316	1175	3343	1650

* Coincidente al limite di rilevabilità

Parametri	Fiume Panaro - Ponticello S. Ambrogio											
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	94-04
Portata	mc/sec	-	9,500	22,092	7,578	5,465		39,643	52,014	11,710	19,971	56,870
Temperatura	°C	12,5	12,7	12,9	14,8	13,1	15,6	13,7	10,4	13,6	14,6	12,8
pH		8,0	8,0	8,1	8,0	8,0	8,0	8,1	7,9	8,0	7,9	8,0
Durezza	°F	18,6	17,6	19,8	19,7	18,7	17,3	16,6	16,4	17,3	22,0	18,7
Conducibilità	uS/cm	368	366	403	397	355	337	340	345	365	468	360
Mat.in Sosp.	mg/l	42	34	145	31	18	62	23	42	72	67	88
Ossigeno (%sat.)		95	93	107	81	84	76	80	86	97	102	101
B.O.D.	mg/l	4	2*	2*	2*	4	3	2*	3	2	2	2*
C.O.D.	mg/l	9	7	9	7	10	10	10	14	8	7	9
Fosforo tot. (P)	mg/l	0,15	0,19	0,20	0,1*	0,15	0,16	0,16	0,20	0,16	0,14	0,14
Fosforo reat. (P)	mg/l	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,05	0,08	0,08	0,09
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,23	0,29	0,21	0,33	0,35	0,16	0,21	0,38	0,06	0,08	0,06
Azoto nitroso (N)	mg/l	0,03*	0,03*	0,03*	0,04	0,05	0,07	0,14	0,21	0,02	0,03	0,02
Azoto nitrico (N)	mg/l	0,7	0,6	0,9	0,6	0,5	0,8	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8
Solfati (SO4)	mg/l	36,1	38,4	44,6	44,7	41,3	35,7	41,0	36,3	33,6	54,0	36,4
Cloruri (Cl)	mg/l	10,8	11,6	13,3	16,2	19,0	9,4	15,1	16,3	14,9	23,2	14,4
Escherichia coli	U.F.C.	11138	13275	18450	12150	10125	5157	12574	4274	1343	1991	4035
Streptococchi f.	U.F.C.	1008	910	2850	778	1500	671	435	1494	837	1109	1774

* Coincidente al limite di rilevabilità

Parametri	Fiume Panaro - Ponte Bondeno											
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	94-02
Portata	mc/sec	11,869	14,698	26,418	7,563	7,922	16,778	10,603		20,300	50,637	32,840
Temperatura	°C	15,5	15,2	14,2	15,7	14,9	15,1	14,8	12,4	13,9	15,3	14,2
pH		8,0	8,0	8,0	8,1	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	8,0	7,9
Durezza	°F	21,9	23,9	25,9	26,7	22,4	22,2	18,3	21,8	21,1	27,8	26,4
Conducibilità	uS/cm	521	563	600	687	550	592	488	536	531	702	553
Mat.in Sosp.	mg/l	76	145	117	74	44	129	50	53	66	55	293
Ossigeno (%sat.)		82	91	88	82	78	78	75	63	86	96	92
B.O.D.	mg/l	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	3
C.O.D.	mg/l	14	13	15	14	13	14	15	14	15	16	19
Fosforo tot. (P)	mg/l	0,25	0,43	0,48	0,46	0,36	0,40	0,35	0,37	0,34	0,42	0,40
Fosforo reat. (P)	mg/l	0,19	0,22	0,18	0,27	0,24	0,20	0,19	0,23	0,20	0,28	0,19
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,19	0,48	0,46	0,44	0,47	0,39	0,24	0,56	0,26	0,36	0,12
Azoto nitroso (N)	mg/l	0,05*	0,18	0,03*	0,09	0,08	0,08	0,12	0,12	0,03	0,10	0,03
Azoto nitrico (N)	mg/l	1,8	2,3	2,6	2,5	1,8	1,7	1,5	1,8	2,1	2,9	3,1
Solfati (SO4)	mg/l	55,5	64,0	78,2	86,3	66,0	65,6	56,3	60,7	52,1	82,2	73,7
Cloruri (Cl)	mg/l	31,5	44,1	43,8	66,7	55,1	51,7	43,2	48,9	38,4	73,7	53,1
Escherichia coli	U.F.C.	5569	6660	15120	5625	3848	7874	2099	633	1593	1459	2122
Streptococchi f.	U.F.C.	885	405	985	330	245	1322	164	348	713	424	2090

* Coincidente al limite di rilevabilità

Parametri	Canale Naviglio - La Bertola											
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	94-04
Portata	mc/sec	1,040	1,296	1,223	1,240	1,165						1,194
Temperatura	°C	15,2	14,6	13,6	18,7	16,5	18,1	14,8	14,7	16,6	17,9	16,5
pH		7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	7,6	7,7	7,5	7,4	7,5	7,4
Durezza	°F	39,6	40,4	38,4	43,9	42,2	40,0	41,5	38,6	39,5	42,2	44,5
Conducibilità	uS/cm	1251	1296	1183	1410	1402	1323	1464	1256	1309	1392	1363
Mat.in Sosp.	mg/l	12	11	18	10	10	13	11	24	13	14	15
Ossigeno (%sat.)		47	38	38	43	55	60	54	41	47	50	51
B.O.D.	mg/l	8	11	6	5	8	15	10	14	8	7	6
C.O.D.	mg/l	24	24	17	14	19	27	33	39	23	25	28
Fosforo tot. (P)	mg/l	1,62	1,74	1,19	1,63	1,86	1,78	2,10	1,91	2,05	2,25	2,17
Fosforo reat. (P)	mg/l	1,53	1,40	1,13	1,49	1,67	1,52	1,88	1,62	1,79	1,74	1,41
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	1,27	2,61	1,84	0,91	1,35	2,53	1,29	1,52	1,12	0,21	0,53
Azoto nitroso (N)	mg/l	0,25	0,78	0,21	0,21	0,22	0,36	0,38	0,30	0,10	0,23	0,19
Azoto nitrico (N)	mg/l	7,8	7,0	7,0	10,5	10,3	7,4	10,7	9,5	9,1	12,7	12,1
Solfati (SO4)	mg/l	179,4	175,5	157,1	192,2	192,9	181,2	196,8	166,8	150,5	177,6	185,9
Cloruri (Cl)	mg/l	176,4	169,5	130,6	195,0	211,3	195,9	204,0	181,2	173,9	207,8	184,5
Escherichia coli	U.F.C.	114300	124200	221625	33525	85500	52794	30502	24860	50000	10517	24492
Streptococchi f.	U.F.C.	10467	9300	22625	6550	6025	6535	3207	5883	25875	6107	11615

Mineralizzazione - In assenza di apporti inquinanti significativi, il chimismo delle acque correnti è sostanzialmente rappresentativo della facies litologica del bacino imbrifero da cui il corso d'acqua ha origine e la misura che meglio di tutte sintetizza il contenuto ionico totale è la conducibilità. Nel tratto esaminato si osserva un leggero incremento dei valori di conducibilità dalla stazione di monte a quella di valle, così come per i principali cationi (calcio, magnesio, sodio e potassio) e soprattutto anioni (cloruri, solfati, nitrati e bicarbonati), in accordo con una tendenza generale del corso d'acqua, che vede il progressivo aumento di tali valori da monte a valle, a seguito della miscelazione delle acque del corso principale con gli affluenti. Per il 2003, a causa del prolungato periodo di siccità si registra un tendenziale incremento di tutti i parametri che contribuiscono a definire il grado di mineralizzazione. Per il canale Naviglio si registrano valori di conducibilità molto elevati (1392-1363 $\mu\text{S}/\text{cm}$ per gli anni 2003 - 2004), tripli rispetto ai valori registrati sul fiume Panaro alla stazione di Bomporto ed addirittura quadrupli rispetto a quelli che si registrano per lo stesso corso d'acqua alla stazione di ponte S. Ambrogio.

Durezza - complessivamente, da monte verso valle si registra per il corso d'acqua un naturale incremento dei valori di durezza, per effetto sia della solubilizzazione dei minerali carbonatici del substrato litoide del fiume e della superficie del bacino ad opera del biossido di carbonio, che per effetto delle reazioni di scambio ionico e di ossidoriduzione che avvengono in presenza di argille. Il canale Naviglio, infine, presenta acque ad elevato grado di durezza (44,5° F) essenzialmente dovuto all'alimentazione acquedottistica della Città di Modena prevalentemente riconducibile alle acque captate dalla conoide del fiume Secchia.

pH, $O_2\%$ - Sia la concentrazione idrogenionica che il pH, presentano valori analoghi nelle tre stazioni di misura. L'ossigeno disciolto presenta valori medi intorno all'85%, mentre il pH è pari a 8.

Parametri di deossigenazione B.O.D.₅, C.O.D. - per entrambi non si segnalano concentrazioni particolarmente elevate: B.O.D.₅ pari a 3-4 mg/l e C.O.D. intorno a 9-10 mg/l per le stazioni più a monte e 15 mg/l per quella più a valle. Valori più elevati si riscontrano per il canale Naviglio (6-7 mg/l di B.O.D.₅, 25-28 mg/l di C.O.D.)

Sostanze Azotate NH_4 , NO_3 , NO_2 , e Fosfati - La forma azotata ridotta (NH_4^+) è pressoché assente fino a P.te S. Ambrogio per poi incrementarsi sensibilmente a seguito del contributo del canale Naviglio (0,53 mg/l per il 2004). Il fiume Panaro riesce a recuperare solo parzialmente al carico sversato dal canale recapitando di conseguenza le sue acque in Po con valori compresi fra 0,12 - 0,31 mg/l di Azoto ammoniacale. Anche l'Azoto nitrico si incrementa progressivamente verso la foce, raggiungendo valori fino a 2,5 - 3,1 mg/l essenzialmente a causa degli elevati apporti del canale Naviglio (pari a 11-12 mg/l). Speculare risulta l'andamento dell'Azoto nitroso che, praticamente assente fino alla stazione 6 (P.te S. Ambrogio), risulta presente a concentrazioni prossime a 0,02 - 0,03 mg/l nelle ultime due stazioni. I livelli di Fosforo totale sono generalmente non rilevanti e anche per questo parametro l'andamento è riconducibile a quanto sopra descritto in relazione all'immissione dei reflui da parte del depuratore del Comune di Modena nel canale Naviglio (1,98 - 2,17 mg/l).

Pesticidi - si segnala la presenza di Terbutilazina per il canale Naviglio nel mese di aprile.

Indici microbiologici - Con riferimento ai coliformi fecali, ritenuti il parametro maggiormente indicativo fra gli indicatori di contaminazione fecale, in quanto ospiti del tratto intestinale degli animali a sangue caldo, si osserva, soprattutto nella stazione di Bomporto, un aumento significativo dovuto principalmente all'immissione dei torrenti Guerro, Nizzola e Tiepido, che raccolgono le acque della pianura di sud-est. Alte concentrazioni si rilevano anche per i valori degli altri indicatori microbiologici, evidenziando inquinamenti di natura antropica.

Similarmente agli indicatori chimici si segnala il picco di maggiore carico in corrispondenza dell'immissione delle acque di scarico del Depuratore Comunale di Modena nel canale Naviglio. Il decremento degli indici colimetrici, conseguente alla capacità di autodepurazione del corpo idrico sulla base di meccanismi fisici (flocculazione, adsorbimento, sedimentazione, radiazione solare), chimici (ossidazione) e biologici (competizione con la flora ambientale), è tale da registrare una sostanziale stabilità tra la carica batterica rilevata nelle stazioni poste a monte e a valle del canale Naviglio.

Metalli Cu, Zn, Pb, Cr - Non si registrano andamenti e concentrazioni significative.

Stato ecologico

Come detto in precedenza, la classificazione dello stato ecologico, viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori con il risultato dell' I.B.E., attribuendo

alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative ad I.B.E. e macrodescrittori.

La classificazione chimico-microbiologica (macrodescrittore) è stata effettuata applicando la metodologia prevista dalla normativa vigente, dall'analisi dei dati chimici- microbiologici si ottiene un punteggio totale a cui corrisponde un livello di inquinamento da macrodescrittore.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat.) (*)	≤10I(#)	≤20I	≤30I	≤50I	>50I
B.O.D. ₅ (O ₂ mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
C.O.D. (O ₂ mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 1,50	> 1,50
NO ₃ (N mg/L)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5,0	≤ 10,0	> 10,0
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	> 0,60
Escherichia coli (U.F.C./100 mL)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI	480 – 560	240 – 475	120 – 235	60 – 115	< 60

(*) la misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto;

(#) in assenza di fenomeni di eutrofia;

Di seguito si riportano i valori relativi alla classificazione qualitativa chimico-microbiologica per le stazioni di misura sopra riportate, per il periodo 2000 - 2005.

CORPO IDRICO	STAZIONI	CODICE	TIPO	2000	2001	2002	2003	2004	2005
FIUME PANARO	Briglia Marano - Marano	01220900	AS	300*	190	280	400	400	400
FIUME PANARO	Briglia Spilamberto - Spilamberto	01221000	B	270*	210	280	340	340	300
FIUME PANARO	Ponticello S. Ambrogio-Modena	01221100	B	180	130	300	280	340	280
FIUME PANARO	S.P. 1 Bomporto	01221300	B	160	170	220	240	260	250
CANALE NAVIGLIO	Ponticello loc. Bertola Albareto	01221400	AI	40	40	55	60	65	55
COLLETTORE ACQUE ALTE*	Collettore Acque Alte Modenesi	01221500	B			60	65	55	60
FIUME PANARO	Ponte Bondeno (FE)	01221600	AS	140	100	160	140	160	160

Per quanto riguarda le stazioni di Modena e di Bomporto, nel periodo 2002-2005 si è raggiunta una classe 2, con livelli d'inquinamento che scendono rispetto al biennio precedente (2000-2002); per la stazione di Bondeno invece permane ancora una classe 3. Pessimi valori si registrano invece per il canale Naviglio, che oscilla tra le classi 4 e 5. Complessivamente si registra quindi un buon livello qualitativo sino alla stazione di Bomporto, per poi scadere ad un livello 3 in chiusura di bacino nella stazione di Bondeno. Pessima risulta infine la qualità del canale Naviglio, che contribuisce, assieme al collettore Acque Alte Modenesi, al peggioramento qualitativo del fiume Panaro nella stazione posta in chiusura di bacino.

L'analisi biologica

secondo la metodologia EBI (Extended Biotic Index) modificata da Ghetti è basata sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di

CLASSI DI QUALITA'	VALORE DI I.B.E.	GIUDIZIO	COLORE DI RIFERIMENTO
Classe I	10 - 11 - 12...	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8 - 9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	verde
Classe III	6 - 7	Ambiente inquinato	giallo
Classe IV	4 - 5	Ambiente molto inquinato	arancione
Classe V	1, 2, 3	Ambiente fortemente inquinato	rosso

alcuni gruppi faunistici di macroinvertebrati che sul calcolo delle abbondanze delle specie riscontrate. È così possibile definire la Qualità Biologica di un tratto di un corso d'acqua mediante valori numerici convenzionali o "Indici Biotici", che successivamente vengono trasformati in cinque classi di qualità, attraverso le quali è possibile tradurre graficamente, in modo molto semplice e chiaro, i risultati.

Di seguito si riportano i valori dell'indice I.B.E. relativi alle stazioni di misura sopra riportate, per il periodo 2000 - 2005.

CORPO IDRICO	STAZIONI	CODICE	TIPO	2000	2001	2002	2003	2004	2005
FIUME PANARO	Briglia Marano - Marano	01220900	AS	7	8/9	8	8/9	8	8
FIUME PANARO	Briglia Spilamberto - Spilamberto	01221000	B	7	8/7	8/7	8	8/7	7
FIUME PANARO	Ponticello S. Ambrogio-Modena	01221100	B	7	7/8	8	8	8	7
FIUME PANARO	S.P. 1 Bomporto	01221300	B	n.d.	n.d.	5/6	7	7	7
FIUME PANARO	Ponte Bondeno (FE)	01221600	AS	5	3	4/5	6	6	6

Nel 2005 tutte e tre le stazioni sul fiume Panaro presentavano un ambiente inquinato, facendo registrare un netto peggioramento per quanto riguarda la stazione di Modena, con scadimento da una precedente classe II a classe III, ed una sostanziale continuità, per le stazioni di Bomporto e Bondeno.

Va segnalato che allo scadimento qualitativo del fiume Panaro da Bomporto alla foce, contribuiscono le caratteristiche idrologiche e morfologiche completamente differenti rispetto alle stazioni di monte, sicuramente influenti sulla tipologia di macrofauna presente.

Stato ecologico

Lo *stato ecologico* di un corpo idrico superficiale (S.E.C.A.) è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, della natura chimica e fisica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando come prioritario lo stato della componente biotica dell'ecosistema. La classificazione ecologica viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori con il risultato dell' I.B.E., attribuendo alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative ad I.B.E. e macrodescrittori.

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
I.B.E.	10	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1, 2, 3
Livello di inquinamento macrodescrittori	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

Di seguito si riporta la qualità ecologica relativa alle stazioni di misura considerate, che presenta, nel 2005, valori sufficienti per il fiume Panaro, pessimi per il canale Naviglio.

CORPO IDRICO	STAZIONI	CODICE	TIPO	2000	2001	2002	2003	2004	2005
FIUME PANARO	Briglia Marano - Marano	01220900	AS	III	III	II	II	II	II
FIUME PANARO	Briglia Spilamberto - Spilamberto	01221000	B	III	III	II	II	II	III
FIUME PANARO	Ponticello S. Ambrogio-Modena	01221100	B	III	III	II	II	II	III
FIUME PANARO	S.P. 1 Bomporto	01221300	B	III*	III*	III	III	III	III
CANALE NAVIGLIO	Ponticello loc. Bertola Albareto*	01221400	AI	V*	V*	V*	IV*	IV*	V*
COLLETTORE ACQUE ALTE	Collettore Acque Alte Modenesi*	01221500	B			IV*	IV*	IV*	IV*
FIUME PANARO	Ponte Bondeno (FE)	01221600	AS	IV	V	IV	III	III	III

Per quanto riguarda il fiume Panaro si registra un peggioramento per quanto riguarda la stazione di Modena, con scadimento da una precedente classe II (anni 2002-2004) a classe III, ed una sostanziale continuità, per le stazioni di Bomporto e Bondeno.

Per il Canale Naviglio la situazione è di forte compromissione con un ritorno in classe V, dopo che per i due precedenti anni si era registrata una classe IV.

Stato ambientale

Lo Stato ambientale dei corsi d'acqua (S.A.C.A.) viene definito dal confronto tra lo stato ecologico e i dati relativi alla presenza di microinquinanti ovvero di sostanze chimiche pericolose indicate nella tabella 19 dell'allegato 1 del D. Lgs. 152/99, seguendo lo schema riportato nella tabella seguente.

Come già ricordato, la classificazione dello Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua deriva dall'incrocio dello Stato Ecologico con la valutazione della presenza di inquinanti chimici di origine organica ed inorganica da ricercarsi nelle stazioni di tipo A. La ricerca di tali sostanze nel periodo indagato non ha rilevato alcun superamento dei limiti normativi, pertanto la classificazione Ambientale corrisponde alla classificazione Ecologica.

Di seguito sono riportati i valori di SECA e SACA relativi al biennio 2001-2002 riguardanti la fase conoscitiva e le elaborazioni effettuate nel 2003, 2004 e 2005, anni in cui è stata effettuata la determinazione delle sostanze pericolose.

CORPO IDRICO	STAZIONI	CODICE	TIPO	SECA 2001-2002	SACA 2001-2002	SECA 2003	SACA 2003	SECA 2004	SACA 2004	SECA 2005	SACA 2005
FIUME PANARO	Briglia Marano - Marano	01220900	AS	Classe 3	SUFFICIENTE	Classe 2	BUONO	Classe 2	BUONO	CLASSE 2	BUONO
CANALE NAVIGLIO	Ponticello loc. Bertola Albarato*	01221400	AI	Classe 5	PESSIMO	Classe 4	SCADENTE	Classe 4	SCADENTE	CLASSE 5	PESSIMO
FIUME PANARO	Ponte Bondeno (FE)	01221600	AS	Classe 4	SCADENTE	Classe 3	SUFFICIENTE	Classe 3	SUFFICIENTE	CLASSE 3	SUFFICIENTE

Lo stato qualitativo ambientale del fiume Panaro, tra le stazioni di Modena (ponte S. Ambrogio) e Bomporto, risulta essere "sufficiente", denotando quindi, rispetto al tratto di monte, un netto peggioramento, cui concorre sia il contributo del carico veicolato dall'immissione del torrente Tiepido (livello 3), recettore di numerosi carichi inquinanti provenienti dalla alta e media pianura, sia le caratteristiche morfologiche del tratto di fiume in esame, che non permettono una buona capacità autodepurativa. Anche il tratto terminale in chiusura di bacino (da Bomporto a Bondeno) presenta una classe sufficiente, caratterizzato da un'incapacità del fiume stesso di recuperare sui carichi inquinanti immessi dai canali affluenti. Pessima risulta la qualità rilevata nella stazione posta sul canale Naviglio. Il canale Naviglio recettore del depuratore dell'agglomerato di Modena (300.000 A.E.), nonostante per il biennio 2003-2004 abbia registrato un lieve miglioramento qualitativo, risulta scadente di nuovo nel 2005, contribuendo significativamente al peggioramento qualitativo del fiume Panaro.

La stazione sul canale Naviglio è posta a valle del depuratore di Modena e risulta estremamente soggetta allo scarico dell'impianto. Tale collocazione in passato era stata individuata in relazione alle indicazioni della L.R. 9/83, per il monitoraggio dell'impatto del depuratore sul corpo idrico. Il percorso del canale tra questa stazione e l'immissione in Panaro risulta pari a circa 12 km. Durante il tragitto raccoglie le acque di alcuni canali di uso misto (Argine, Minutara, Fossa Monda ecc.) che contribuiscono sia al carico inquinante che al volume complessivo veicolato in Panaro. Inoltre nel suo corso, nonostante il flusso laminare delle acque, sono attivi naturalmente i fenomeni autodepurativi, che ne modificano in parte le caratteristiche idrochimiche. Per acquisire i dati qualitativi delle acque di immissione nell'asta principale, è stato proposto lo spostamento della stazione dalla località La Bertola alla chiusura di Bacino in Darsena di Bomporto, prima dell'immissione in Panaro, tipologia di ubicazione prevista per tutti gli immissari dei corpi idrici significativi.

6.2.1.3 Criticità idraulica: fattori di pericolosità ed ambiti interessati

Per delineare un quadro descrittivo dello stato di criticità da rischio idraulico nel territorio comunale, si è fatto riferimento ai seguenti elementi, disponibili al momento della redazione della presente relazione:

- Piano Stralcio fasce fluviali Autorità di bacino del Po (PAI);
- Piano di Tutela delle acque (PTA)
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale Provincia di Modena - Carta di criticità idraulica di pianura;
- Verso il nuovo PTCP della Provincia di Modena - Quadro Conoscitivo - Parte seconda - Sistema Naturale ed Ambientale - Paesaggio (D.G.P. n. 68 del 27/02/2007);
- Programma provinciale di previsione e prevenzione di Protezione Civile;
- Studi specifici di settore;
- Analisi delle alluvioni che storicamente hanno interessato il territorio comunale.

I dati sono inoltre stati verificati con i contenuti della variante generale al PTCP 2009.

Se si considera il rischio idraulico quale effetto potenziale di un evento pluviometrico intenso e di uno stato locale di particolare interesse per la presenza di insediamenti abitativi, di attività produttive di rilievo, di infrastrutture e servizi di interesse generale di beni artistici ed ambientali di pregio, non si può non affermare che buona parte del territorio modenese soggiace a tale rischio.

All'interno del territorio provinciale, è noto che il rischio idraulico si massimizza nelle zone di pianura, che si estendono dalla città di Modena sino ai confini delle province di Reggio Emilia, Bologna, Mantova e Ferrara e che sono attraversate dai fiumi Panaro e Secchia, le cui arginature si alzano progressivamente fino a raggiungere valori di 10-12 m sul piano campagna circostante.

Le cause delle esondazioni, oltre che, naturalmente, nella eccezionalità degli eventi pluviometrici, vanno ricercate anche nella fragilità generale dell'equilibrio idraulico, dovuto sia alle profonde modificazioni avvenute nei sistemi agro-colturali collinare e montano, sia agli effetti indotti dall'aumento delle aree urbanizzate sulla velocità di deflusso delle acque superficiali e di conseguenza sulla concentrazione degli effetti di piena; tuttavia negli ultimi decenni sono stati eseguiti imponenti lavori di risistemazione degli alvei e di regimazione delle acque, sia per il fiume Secchia che per il fiume Panaro, legati, in primo luogo, alla realizzazione e successivi ampliamenti della Cassa di Espansione presso Rubiera, per il fiume Secchia e della Cassa di Espansione di Sant'Anna, per il fiume Panaro, oltre che agli imponenti lavori di sopralzo e rinforzo delle arginature.

L'azione di un dispositivo come la Cassa di Espansione è quello di accumulare parte dell'acqua dell'onda di piena, smussandola in un invaso posto parallelo all'alveo, in modo tale da far defluire, nel tratto arginato, solamente quella portata che possa esservi contenuta; le portate di piena vengono quindi regimate con notevole efficacia e restituite in tempi lunghi e con valori ridotti agli alvei.

Visto il progressivo processo di urbanizzazione che ha interessato le aree a valle del margine pedecollinare dei bacini dei fiumi Secchia e Panaro, in relazione alla particolare sensibilità idraulica dei territori attraversati, si sono succeduti negli anni differenti studi di natura idrologica ed idraulica, coordinati dalle Autorità di Bacino del fiume Po, finalizzati al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- stimare le sollecitazioni idrologiche (piogge e portate) con le quali testare il comportamento del sistema in occasione di eventi molto gravosi;
- svolgere le necessarie verifiche idrologiche ed idrauliche atte ad individuare eventuali tratti d'alveo in condizioni idrauliche critiche, con particolare attenzione alle aree

contigue all'alveo soggette ad inondazione ed ai tratti arginali dei cavi fluviali a rischio di sormonto;

- redigere la perimetrazione delle aree ad elevata probabilità di esondazione (evento di piena con TR = 25 - 30 anni), individuare la linea di esondazione e i tratti soggetti a sormonto arginale per piene a TR 100 - 200 anni e contribuire, per quanto riguarda i soli aspetti idraulici, alla definizione delle fasce di pertinenza fluviale.
- valutare i possibili interventi, quantificando in special modo il beneficio apportato in termini di riduzione del rischio idraulico e migliore assetto idraulico fluviale, con un approccio di sistema all'insieme della rete fluviale e del bacino di raccolta delle acque;
- analizzare la fattibilità degli interventi ipotizzati al punto precedente.

L'impronta metodologica che caratterizza tali studi è simile per tutti i corsi fluviali analizzati e fondamentalmente finalizzata a risolvere, mediante modellazione numerica, le problematiche di creazione e traslazione dell'onda di piena a partire da piogge assegnate e/o effettivamente misurate, affrontando dapprima il problema idrologico e determinando in tal modo l'"input" del modello idraulico:

- Per la valutazione delle onde di piena è stata di norma impiegata una metodologia che prevede il calcolo delle precipitazioni di diversa durata, relative ad eventi estremi ed il loro utilizzo in un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi di tipo concettuale semi-distribuito.
- Successivamente il comportamento idrodinamico del corso fluviale studiato è stato nella maggioranza dei casi simulato mediante un modello idraulico monodimensionale di moto vario che si basa sulla integrazione delle equazioni di De Saint Venant nella forma completa.

A partire quindi dalle portate di piena di assegnato tempo di ritorno calcolate, viene stimato un idrogramma di piena corrispondente basandosi sull'ipotesi di conservazione della curva delle durate di portata stimata nelle sezioni di chiusura. Rinviano per i dettagli alla Direttiva dell'Autorità di Bacino, si vuole solo ricordare che gli idrogrammi calcolati con la tecnica adottata garantiscono che tutti i valori di portata assunti dall'idrogramma stesso sono congruenti con la curva di riduzione delle portate con la durata, e quindi rappresentano un buon livello di affidabilità nella ricostruzione di un evento ipotetico come quello di progetto, a partire dai dati disponibili e data la portata di picco. Le portate di picco alla chiusura del bacino collinare-montano e della media pianura dei fiumi principali sono riportate nella tabella seguente, tratto dal "Quadro Conoscitivo Preliminare della Variante Generale al PTCP - Sistema Naturale e ambientale" nell'ambito dei Documenti preliminari approvati, a rimanda l'elaborato "Quadro Conoscitivo - relazione" della Variante PTCP 2009 (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009).

Sezione	T=20 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Secchia 2006 Sassuolo-VAMS (1)¹⁹	1100	1500	1700	2000
Secchia 2006 Rubiera - VAMS (1)¹⁹	1300	1850	2150	2400
Secchia 2001 PAI Sassuolo (2) ²⁰	820	1270	1400	/
Secchia 2001 PAI Rubiera (2) ²⁰	820	1270	1400	561
Panaro 2001 PAI Marano (2) ²⁰	960	1180	1380	1550
Panaro 2001 PAI S Cesario (2) ²⁰	1030	1270	1480	1660
Tratti arginati Secchia e Panaro (2) ²⁰	750	850	900	950

tab. 6.4 - - Portate (mc/s) al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno alla chiusura dei bacini collinari e media pianura

¹⁹ (1) - Studio di fattibilità del fiume Secchia dell'Autorità di Bacino del Po (2004)

²⁰ (2) - Direttiva Piena di progetto PAI, 2001.

Dai risultati appare che i bacini collinari e montani del Secchia e del Panaro, fra loro simili per dimensioni e caratteristiche idrografiche, producono idrogrammi pressoché identici fra loro, in buon accordo con le osservazioni sperimentali.

Si segnala inoltre che il Secchia ed il Panaro sono sostanzialmente inadeguati al transito della portata duecentennale, ancorché laminata, in tutto il tratto compreso fra l'autostrada A1 e la loro confluenza in PO.

Di seguito si riportano alcune considerazioni idrauliche relativamente ai corsi d'acqua principali che interessano il territorio comunale.

In particolare, le valutazioni di seguito riportate faranno riferimento ai dati riportati nel Quadro Conoscitivo Preliminare della Variante Generale al PTCP - Sistema Naturale e ambientale" nell'ambito dei Documenti preliminari approvati, a cui si rimanda nell'elaborato "Quadro Conoscitivo - relazione" della Variante PTCP 2009 (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009), e a dati e considerazioni dell'Autorità di Bacino del fiume Po, a studi specifici su canali minori, eseguiti dall'Autorità di Bacino e dal Comune di Modena e curati dall'Ing. Pagotto.

- Il fiume Secchia

Il Fiume Secchia è stato sottoposto recentemente ad uno studio idraulico che ha supportato la redazione di un progetto generale la cui relazione ideologico-idraulica (Autorità di Bacino del Po, 2001-2006) rappresenta l'analisi di maggior dettaglio finora svolta. Si sono evidenziate alcune situazioni critiche soprattutto in corrispondenza del nodo di raccordo tra alta pianura e bassa pianura ovvero in corrispondenza della Cassa di espansione a monte dell'imbocco del tratto arginato in relazione anche ad una ridefinizione delle portate al colmo di Piena aumentate dal 30 al 50% rispetto a quelle attualmente indicate dal vigente PAI.

A tale proposito si riportano i valori al colmo di piena con tempo di ritorno di 20 anni, 100 anni 200 anni e 500 anni, riferiti ad alcune sezioni poste a monte ed a valle della Cassa di Espansione di Campogalliano, rappresentando di fatto i valori delle portate in entrata ed in uscita dal manufatto, evidenziandone la relativa funzione regolatrice.

Bacino idrografico	Corso d'acqua	Sezione		Superficie Km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
		Prog. (km)	Denomin.					
Secchia	Secchia	58.671	Castellarano	970	1.100	1.425	1.700	1.940
Secchia	Secchia	76.482	Rubiera (monte cassa di espansione)	1.292	980	1.270	1.400	2.000
Secchia	Secchia	80.913	Cittanova	1.320	850*	1.220*	1370*	-
Secchia	Secchia	161.056	Confluenza in Po	1.370	-	-	-	-

* portata nelle attuali condizioni di funzionamento della cassa di laminazione. Nelle condizioni di progetto (con cassa di laminazione adeguata) la portata uscente dalla cassa per tempo di ritorno di 200 anni è compresa tra 750 e 900 m³/s.

tab. 6.5 - - Portate (mc/s) al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno Fiume Secchia (da "Nodo Critico: SC01 Modena - dalla Cassa di espansione alla confluenza in PO", 2001)

Alla luce degli ultimi calcoli idraulici eseguiti sull'asta fluviale del fiume Secchia, si è evidenziata la necessità di un allargamento del dispositivo regolatore, verificandosi ad oggi una reale insufficienza nelle condizioni di funzionamento.

L'inadeguatezza attuale della Cassa è da mettere in relazione con le attuali condizioni di insufficienza del volume d'invaso e di carenza dimensionale degli scarichi e dello sfioratore laterale, che non consentono la laminazione di portate naturali superiori a 1.000 m³/s.

Solo il completamento dell'escavazione della Cassa ed il ridimensionamento degli organi idraulici consentiranno di ridurre le portate al colmo, cinquantennali e centennali, entro il

limite di 900 m³/s, rappresentante la capacità di portata del fiume Secchia a valle di Rubiera, fino alla confluenza con il Po.

Al proposito, risulta inoltre interessante citare i risultati di recenti studi ⁽²¹⁾ compiuti sulle golene del fiume Secchia, secondo cui le medesime, influirebbero ad oggi sensibilmente sulla riduzione delle portate al colmo di piena, per lo meno relativamente alle golene presenti sino a circa due terzi del percorso del fiume a partire da Rubiera, fino all'altezza del Ponte della Pioppa, minimizzandosi, per quelle poste più a valle, in relazione alla modesta superficie golenale disponibile; tale effetto potrebbe essere efficacemente aumentato in seguito ad un eventuale abbassamento delle golene medesime, aumentandone così la capacità d'invaso.

Il fiume Secchia si presenta quindi, ad oggi, come il corso d'acqua complessivamente più critico in quanto:

- dei fiumi interessanti il territorio modenese è quello con la portata di piena più alta;
- è quello sul quale le conoscenze geometriche ed idrauliche sono più affinate in relazione allo studio sperimentale che l'Autorità di Bacino sta ormai portando a termine;
- presenta una cassa di espansione palesemente inadeguata con arginature potenzialmente critiche in corrispondenza di centri abitati come Campogalliano e Modena.

Un progetto di messa in sicurezza, almeno per la portata 200-ennale dell'intera asta, non può prescindere dalla realizzazione di:

- adeguati ed efficaci effetti di laminazione
- sopralzi e rinforzi arginali nelle condizioni di piena di progetto.

- Il fiume Panaro

Per quanto riguarda il bacino idrografico del Fiume Panaro, si fa riferimento agli studi condotti per il dimensionamento e la verifica della cassa di espansione di Sant'Anna a valle della A1 ma anche agli svariati studi condotti dagli Enti (Aipo, Autorità di Bacino del Po e Provincia di Modena).

Lo studio delle problematiche idrauliche legate al Fiume Panaro in corrispondenza di Bomporto sono essenzialmente legate alla presenza della Cassa di laminazione di S. Anna e alla sua capacità di laminazione confrontata con le reali potenzialità di deflusso dell'alveo pensile nella tratta della bassa pianura.

In base alla geometria delle sezioni d'alveo nella zona oggetto di studio la capacità di deflusso del Panaro si attesta intorno ai 900-1000 mc/s; a valle della cassa di espansione il fiume è "canalizzato" e completamente pensile con sezioni abbastanza costanti.

Ciò comporta di fatto una stabilizzazione del percorso.

Di tale entità sono in effetti le portate di piena laminate in uscita dalla Cassa di espansione che si trovano a defluire a Bomporto, dal momento che l'ulteriore apporto del Naviglio (circa 60 mc/s) risulta praticamente ininfluenza sul colmo di piena laminato del Panaro.

Per questo motivo le definizioni delle grandezze in gioco faranno riferimento necessariamente a ciò che avviene nei settori di media e alta pianura modenese sempre in ambito del bacino del Fiume Panaro.

- Idromorfologia superficiale del fiume Panaro (alta, media e bassa pianura)

L'andamento del fiume Panaro, presenta un carattere rettilineo ed anastomizzato fino all'altezza di Modena, dove, in relazione alla variazione di gradiente topografico dovuta alla terminazione delle conoidi superficiali e, conseguentemente alla riduzione della velocità di

²¹Piani particolareggiati poli estrattivi nn. 13, 14 e 15 in golenale del fiume Secchia: Verifica dell'entità degli effetti sulla laminazione delle piene conseguenti alle escavazioni - SICEM S.r.l., Dott. Ing. G.M. Susin - Padova 21/04/1995.

flusso della corrente, il corso d'acqua si sviluppa con andamento meandriforme; in corrispondenza di tale passaggio il fiume Panaro subisce una marcata deviazione verso il f. Secchia subito a valle della Via Emilia; quest'ultima dal tempo dei Romani ha "fissato" la dinamica fluviale dei 2 corsi d'acqua principali dallo sbocco nell'alta pianura sino alla Città di Modena.

Tale immutabilità dei percorsi a valle della via Emilia si è ulteriormente confermato nel corso dei tempi con la realizzazione di arginature che conferiscono ai fiumi caratteristiche di alvei "pensili".

Le portate realmente misurate sono conosciute solo per i corsi d'acqua maggiori, per periodi di tempo limitati e relativamente alle seguenti stazioni:

CORSO D'ACQUA	LOCALITÀ	BACINO SOTTESO Km ²	PERIODO (ANNI)
f. Panaro	Bomporto	1036	23/45-54/59

I dati pubblicati dal ministero dei Lavori Pubblici - Ufficio Idrografico del Po, mostrano come vi sia un regime influenzato dalle precipitazioni con massimi primaverili ed invernali e periodi di siccità estivi.

Al contrario di quanto accade per le precipitazioni, i deflussi massimi sono primaverili; ciò si manifesta in ragione del fatto che la nevosità, che a Modena è di circa 50 cm, può raggiungere valori superiori ai 250 cm nelle aree montane.

Per il Panaro nei periodi piovosi relativi ai mesi di marzo e novembre si hanno portate medie massime di circa 40 e 30 mc/s, a valle dell'area in studio in cui sono poste le stazioni idrometriche, detti valori presentano una ricorrenza di circa 100-120 giorni all'anno.

Per quanto riguarda la minima si registra in agosto un valore di 1.8 mc/s; nel trimestre luglio-settembre la portata media è sempre inferiore a 5 mc/s.

La portata di piena ordinaria, definita come il 75% dei casi di piena (piena che si verifica mediamente 3 anni su 4), risulta essere intorno ai 300-350 mc/s per il Fiume Panaro.

- Morfometria del bacino del Panaro e tempi di corrivazione

Ai fini delle determinazioni idrologiche si è ritenuto di considerare come sezione di riferimento quella corrispondente alla traversa a valle del ponte di Spilamberto (ingresso alla cassa di espansione) in quanto condiziona tutto il comportamento di valle.

Le principali caratteristiche del bacino imbrifero ad essa afferente sono sintetizzabili come di seguito riportato:

- superficie del bacino 756 kmq
- lunghezza dell'asta fluviale 80 km
- altitudine sez. di chiusura 60 m s.l.m.
- altitudine media bacino 900 m.

Il tempo di corrivazione calcolato con la formula di GIANDOTTI:

$$T_c = \frac{4\sqrt{s} + 1.5L}{0.8 \sqrt{Hm}}$$

dove:

$s (m^2)$ = superficie del bacino

$L (m)$ = lunghezza dell'asta principale

$Hm (m)$ = altezza media del bacino (m s.l.m)

fornisce il valore di $T_c = 11.5$ h, in accordo con quanto riportato nello studio del Prof. Evangelisti sul bacino del f. Panaro nella curva aree - tempi di corrivazione relativamente alla sezione in esame.

Curve di possibilità pluviometrica e portate al colmo

Per quanto attiene alle precipitazioni massime si può ad oggi fare riferimento ad una curva pluviometrica media desunta dallo studio dell'Ing. Lino Cati (Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio Idrografico, 1981) che relativamente ai bacini medi appenninici e zone di pianura fra Crostolo - Po - Panaro adotta la seguente espressione:

$$H = 227.7 T^{0.230}$$

Dove:

$$H = a \cdot t^n$$

H (mm) = massima precipitazione al tempo t

t (ore) = durata dell'evento meteorico

a = parametro curva relativo ad un determinato t_R

n = parametro curva relativo ad un determinato t_R

t_R = tempo di ritorno di un determinato evento

Q_c = portata di corrivazione (m^3)

i parametri di tale espressione a, n , si riferiscono al primo caso critico che statisticamente può essere correlato con tempi di ritorno millenari ovvero eventi definibili catastrofici.

Dal momento che i tempi di corrivazione relativi al bacino in studio sono dell'ordine della dozzina di ore è opportuno utilizzare curve di possibilità pluviometrica i cui parametri presentino valori compatibili con un tempo espresso in ore.

Ciò richiede una taratura dei coefficienti appartenenti alla curva in questione che può essere effettuata conoscendo almeno uno dei due parametri: l'esponente n può essere assunto con buona approssimazione costante al variare dei tempi di ritorno e pari a 0.48 valore che scaturisce dall'analisi della distribuzione delle curve "iso- n " prodotta nell'ambito dello studio sul comprensorio modenese del Prof. U. Maione.

Pertanto la nuova curva di possibilità pluviometrica diventa :

(avendo posto ovviamente $t = 24$ h e $H = 227.7$ mm)

$$H = 48.3 t^{0.488}$$

a cui corrisponde una portata al colmo di piena di egual tempo di ritorno pari $Q = 1683$ mc/sec desunta dalle curve involucro prodotte dallo studio Evangelisti.

Note le portate al colmo per tempi di ritorno pari a 500, 100 e 10 anni con il criterio della proporzionalità diretta tra precipitazioni e portata è stato possibile ricavare le curve pluviometriche corrispondenti mantenendo come detto la costanza dell'esponente " n ".

Si fa infatti l'ipotesi che ad una pioggia di assegnato tempo di ritorno corrisponda una portata di piena di egual tempo di ritorno ovvero che vi sia una proporzionalità diretta tra deflussi ed afflussi che li producono.

Si deve inoltre osservare che il massimo colmo di piena si raggiunge allorché la durata della pioggia si avvicina o eguaglia il tempo di corrivazione; nel caso in oggetto la durata di precipitazione pari a 9 ore rende massima la portata al colmo.

E' noto infatti che all'aumentare della durata di pioggia diminuisce contemporaneamente la relativa intensità e viceversa, è dunque intuitivo pensare che esista per il bacino una pioggia critica che rende massima la portata al colmo la cui durata può essere inferiore al tempo di corrivazione.

I valori utilizzati ed elaborati sono di seguito riportati :

	$T_r = 1000$	$T_r = 500$	$T_r = 100$	$T_r = 10$
--	--------------	-------------	-------------	------------

Qc	1700	1400	1260	880
a	48.3	39.75	34.7	25.1
n	0.488	0.488	0.488	0.488

dove:

a = parametro curva relativo ad un determinato t_R

n = parametro curva relativo ad un determinato t_R

Q_c = portata di corrivazione (m^3)

Si precisa che le portate al colmo sono desunte dagli abachi dell'Evangelisti e confermate nelle elaborazioni del "Piano IDROSER " 1978 per le sezioni contrassegnate dai nn. 122 e 123 immediatamente a valle della sezione di Spilamberto.

L'autorità di Bacino ha comunque fissato i valori di portata da prendere a riferimento.

La portata di piena considerata è quella relativa ad un tempo di ritorno $T = 200$ anni ed è indicata dall'Autorità di bacino nella Direttiva 2/99 "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", in particolare alla Tabella 31 della suddetta direttiva denominata "Portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino del Panaro (Panaro, Tiepido)".

Con riferimento alla Tabella 31 e al tempo di ritorno di interesse ($T=200$ anni), in corrispondenza della progressiva 104.273 Km, Codice Sezione 136, denominata "San Cesario", si ha un valore di portata pari a:

$$Q_{\text{piena}, T=200 \text{ anni}} = 1.480 \text{ mc/s.}$$

Questa portata è quella in ingresso alla cassa di espansione, da questo punto in poi il fiume viene laminato e non riceve apporti significativi se si esclude il Canale Naviglio che presenta comunque tempi di corrivazione brevissimi e picchi di piena non superiori ai 60-65 mc/s, praticamente ininfluenti sul colmo di piena laminato del Panaro.

- Sintesi dello studio idraulico: aree ad alta probabilità di inondazione e funzionamento Casse di Espansione di monte

Il Fiume Panaro è stato causa di ripetuti fenomeni alluvionali le cui entità e ripercussioni sono andate crescendo nel tempo per effetto della incrementate urbanizzazioni e antropizzazioni dei bacini.

Gli eventi alluvionali degli anni settanta e dell'inizio degli anni ottanta hanno accelerato i tempi per la realizzazione di opere idrauliche in grado di mettere in sicurezza il territorio e le popolazioni residenti.

La realizzazione delle casse di espansione sul Panaro è stata una valida risposta all'incombente rischio idraulico legato al deflusso delle portate di piena nel fiume.

L'entrata in funzione della cassa di espansione ha ridotto sensibilmente i problemi idraulici sul territorio.

Cionondimeno, alla luce di recenti episodi, si possono fare alcune considerazioni sul funzionamento dei dispositivi idraulici di regolazione delle piene (Casse di Espansione) ed effetti indotti nelle tratte fluviali di valle.

Si prenderà a riferimento l'ultimo severo evento di piena che si è sviluppato essenzialmente sul reticolo principale (e fortunatamente non su quello secondario) il 13 e 14 giugno 1994.

Riguardo al Fiume Panaro si può osservare:

1. Da valutazioni approssimate si può ritenere che la portata in ingresso sia stata, al colmo, di 900 mc/s e che quella in uscita non abbia superato i 700 mc/s, con un effetto di laminazione superiore al 20%; cionondimeno grandi sono state le preoccupazioni per la tenuta delle arginature nelle tratte di valle.

2. Si può stimare che il tempo di ritorno, per la piena in questione, sia stato di circa 50-70 anni e che per eventi con tempo di ritorno prossimo a 100 anni, prima del potenziamento della cassa non ci fosse un adeguato margine di sicurezza.

Qualche problema di piccolo rischio idraulico a valle della cassa di espansione poteva segnalarsi, prima del recente adeguamento della cassa, limitatamente in corrispondenza di locali sezioni ristrette a valle della città di Modena.

Fortunatamente la cassa del Panaro risulta ad oggi completamente adeguata nonché perfettamente sperimentata e regolata in termini di chiusura ed apertura delle bocche di efflusso sotto battente.

In base ad un modello matematico di funzionamento della cassa di espansione del Panaro, implementato dall'Ing. A. Pagotto, per compiere verifiche sulla efficacia dell'effetto laminazione dei colmi di piena, con riferimento alle portate di progetto in ingresso fissate dal Magistrato per il Po, si sono ottenuti i seguenti risultati, in condizioni precedenti al potenziamento della cassa:

TEMPO di Rit. in anni	PORTATA Ingresso mc/s	7 Bocche Q uscita mc/s	5 Bocche Q uscita mc/s	7 Bocche Laminaz. %	5 Bocche Laminaz. %
100	1150	980	900	15	22
200	1480	1250	1100	16	26

Con l'adeguamento delle arginature della Cassa e la sopraelevazione del manufatto regolatore le efficienze (portate in uscita) sono migliorate di almeno il 10% con analogo beneficio sulla riduzione dei colmi defluenti a valle.

A valle della cassa di espansione del Panaro le sezioni del fiume, nelle condizioni attuali di geometria e vegetazione, hanno le seguenti potenzialità :

$$\text{Battente } H_u = 10 - 11 \text{ m} \quad Q_{\text{piena}} = 900 - 980 \text{ mc/s} \quad (c=15)$$

mentre in condizioni migliori potrebbero avere le seguenti potenzialità:

$$\text{Battente } H_u = 10 - 11 \text{ m} \quad Q_{\text{piena}} = 1100 - 1200 \text{ mc/s} \quad (c=20)$$

Nelle condizioni attuali, quindi, passerebbero a valle i picchi laminati fino ad un tempo di ritorno superiore ai 100 anni.

Con interventi manutentivi straordinari sulle sezioni di valle e con una migliore gestione del funzionamento della cassa di espansione si potrebbero tranquillamente far defluire portate bisecolari.

Naturalmente per il concetto stesso di laminazione delle onde di piena, a valle della cassa di espansione, i tempi di deflusso delle portate uscenti saranno notevolmente prolungati con persistenza di livelli idrometrici elevati e ripercussione sugli affluenti appartenenti al reticolo secondario.

Nei confronti delle esondazioni non si rilevano problematiche particolari sino a tempi di ritorno 200-ennali fatte salve alcune tratte vallive dove il franco arginale scende al di sotto del metro di sicurezza.

- Il canale Naviglio

Una nota particolare va certamente riservata alla valutazione del rischio idrologico ed idraulico connesso con il Canale Naviglio, per la valenza che lo stesso corso d'acqua riveste attraversando l'abitato di Comporto ed in quanto emissario della rete fognaria della Città di Modena.

Il corso d'acqua, nasce come asta navigabile e pertanto "bisognosa" di cospicui apporti idrici recapitatigli dai a monte della città di Modena; venendo tuttavia meno la vocazione originaria del Naviglio e persistendo, dall'esterno, le numerose immissioni di fossi, canali e torrenti, i cui bacini hanno subito crescenti impermeabilizzazioni a seconda delle fasi storiche attraversate, i problemi idraulici legati agli eventi estremi si sono infatti acuiti. Questa circostanza sta alla base degli scompensi idraulici intervenuti nel corso del tempo.

In corrispondenza dell'immissione in Panaro a Bomporto, sul canale trovano collocazione i portoni vinciani che in occasione delle piene del Panaro si chiudono per evitarne la loro risalita, determinando però il rigurgito intero delle portate defluenti nel canale.

Le criticità idrauliche connesse al Canale Naviglio, possono essere così sintetizzate:

- situazione critica dell'intera Città di Modena (Q_{max} 75-80 mc/s) per tempi di ritorno ultra 50-ennali ;
- scarsa pendenza di fondo associata a sviluppo algale che provoca battenti con effetti di rigurgito
- rischio di esondazione del Cavo Levata a Bastiglia per effetto del rigurgito provocato dai livelli alti in Naviglio
- rischio idraulico e problemi di sicurezza civile legata alla tenuta dei portoni vinciani e alle portate del Canale Naviglio completamente rigurgitate a Bomporto;
- apporti dovuti al sistema dei cavi Argine, Minutara e Fossa Monda presenti nel settore Nord-Est del territorio comunale di Modena.

Circa quest'ultima criticità va ricordato che sono state realizzate in passato casse di laminazione sul Cavo Argine e che è in programma un potenziamento della capacità di laminazione dei "Prati di San Clemente" attraverso la creazione di ulteriori casse di espansione per le piene sia dei cavi Argine, Minutara e Fossa Monda sia del Naviglio.

Con specifico riferimento al Canale Naviglio vengono riportate di seguito considerazioni e valutazioni idrauliche utili per la comprensione dell'attenzione che necessariamente deve essere riservata allo stesso.

I dati ed elaborazioni riportate riguardano sezioni idrauliche collocate in Comune di Modena ma le considerazioni che ad esse seguono possono essere estrapolate anche per le aste a valle.

Tempi di corrivazione

Per il calcolo del tempo di corrivazione, che rappresenta il tempo impiegato da una goccia di pioggia che cade in un punto del bacino per raggiungere la sezione di chiusura è stato utilizzato il metodo cinematico:

$$T_c = l/v$$

dove "l" rappresenta la lunghezza dell'asta fluviale e "v" la velocità di deflusso della corrente in m/s, a questo tempo si aggiunge solitamente anche un tempo di ingresso nel reticolo che per la zona in esame si assume ragionevolmente pari a 20 min.

Con tale metodo sono stati determinati un tempo di corrivazione di 2-3 ore per il bacino del Naviglio a monte della confluenza ed un tempo di corrivazione di 3 ore per il Soratore.

A valle della confluenza si assume ovviamente un tempo di corrivazione pari al valore più elevato ovvero 3 ore.

Portate meteoriche

La simulazione del drenaggio delle acque piovane nella formazione delle onde di piena ha ottenuto, recentemente, buoni successi.

Abbandonate le metodologie di uso pratico ma incerto ci si è orientati su modelli previsionali più complessi che non si fermano alla determinazione del solo colmo di piena ma che ricostruiscono l'intera onda.

Uno di questi modelli è stato utilizzato per le verifiche all'interno del bacino del C. Naviglio; si tratta del modello alla NASH con tre serbatoi lineari in serie di uguale costante k che, in questa sede, verrà ripreso fedelmente.

Il modello alla NASH è strutturato in 3 fasi:

1. **Ietogramma di progetto** - assunto ad intensità costante e di durata pari al tempo di corrivazione del bacino: come è noto il tempo di corrivazione T_c definisce l'intervallo temporale necessario ad una particella di pioggia a percorrere il tracciato idrologicamente più lungo.
2. **Calcolo delle perdite idrologiche** - inglobate nel coefficiente di deflusso medio f_m , i valori variano per quest'ultimo da 0,05 per aree agricole a 0,7 per aree urbanizzate.
3. **Trasformazione afflussi-deflussi** - utilizzando il già citato metodo.

Di seguito vengono riportate le principali verifiche sulle portate pluviali del C. Naviglio riguardanti il bacino interno chiuso alla confluenza con il Soratore ed il bacino esterno afferente al ponte della Bertola.

D'ora in poi questi due bacini saranno contraddistinti con la dizione appunto di INTERNO ed ESTERNO.

Calcolo portate pluviali bacino interno Canale Naviglio

Questo bacino, che copre grossa parte del territorio urbanizzato di Modena, è caratterizzato dai seguenti parametri caratteristici:

Superficie	$A = 2425$ ha	
Lunghezza max bacino	$L = 15$ km	
Tempo di corrivazione	$T_c = 2.5$ ore	
Perc. aree urbane	$A_u = 40$ %	con $f = 0.7$
Perc. aree rurali	$A_r = 60$ %	con $f = 0.05$
Coef. deflusso medio	$f_m = 0.30$.	

Dall'applicazione del modello di trasformazione afflussi- deflussi si ricava quanto segue:

Portata max piena	$Q_{pi} = 21.25$ mc/sec	
Tempo di picco	$T_{pi} = 185$ min	con $T_r = 10$ anni
Volume tot di piena	$V_{pi} = 376200$ mc	

Calcolo portate pluviali bacino Cavo Soratore

Superficie	$A = 6050$ ha	
Lunghezza max bacino	$L = 23.5$ km	
Tempo di corrivazione	$T_c = 3$ ore	
Perc. aree urbane	$A_u = 25$ %	con $f = 0.7$
Perc. aree rurali	$A_r = 75$ %	con $f = 0.05$
Coef. deflusso medio	$f_m = 0.20$.	

Dall'applicazione del modello di trasformazione afflussi- deflussi si ricava quanto segue:

Portata max piena	$Q_{pi} = 34.00$ mc/sec	
Tempo di picco	$T_{pi} = 245$ min	con $T_r = 10$ anni

Calcolo portate pluviali bacino esterno del Canale Naviglio

I parametri caratteristici di questo bacino sono i seguenti:

Superficie tot	A = 8475 ha
Lunghezza max bacino	L = 21 km
Tempo di corrivazione	Tc = 3 ore
Perc. aree urbane	Au = 30 % con f = 0.7
Perc. aree rurali	Ar = 70 % con f = 0.05
Coef. deflusso medio	fm = 0.24.

Dall'inserimento di questi valori nel modello di trasformazione si ottiene:

Portata max piena	Qpe = 52.40 mc/sec
Tempo di picco	Tpe = 245 min
Volume tot di piena	Vpe = 1157000 mc.

Da quanto si è potuto rilevare le portate in gioco, per il tratto di Naviglio sono 21,25 mc/sec all'altezza della confluenza del Cavo Soratore (bacino interno), 34,00 mc/sec per il Soratore alla confluenza e 52,40 mc/sec in corrispondenza del ponte della Bertola a valle dell'impianto di depurazione (bacino esterno), determinate con un tempo di ritorno T = 10 anni, ovvero con la probabilità che dette piene si verifichino mediamente una volta ogni 10 anni.

A riprova dell'attendibilità del modello applicato si è anche calcolato l'idrogramma di piena al ponte della Bertola come somma degli idrogrammi derivanti del bacino del Cavo Soratore e del bacino INTERNO del C. Naviglio.

Tale idrogramma "somma" presenta come portata di picco un valore di circa 55 mc/sec praticamente identico al valore al colmo calcolato per il bacino esterno del Canale Naviglio, valore che si è visto essere di 52,40 mc/sec.

Per questo tipo di verifica si è considerato il bacino del Cavo Soratore di superficie pari a 6050 ha, con tempo di corrivazione di circa 3 ore e coefficiente di deflusso medio fm = 0.20, ricavato considerando un 25% di aree urbanizzate ed un 75% di aree rurali ovvero utilizzando i parametri già presentati.

Per quanto concerne le dimensioni e l'ufficiosità del Canale Naviglio nelle sezioni oggetto di verifica, i calcoli idraulici danno i seguenti risultati:

SEZIONE A (bacino interno)

Dimensioni della sezione	5.5 x 3.0 m	Canale Scatolare chiuso a geometria rettangolare
Portata max riempimento	Qr = 32.85 mc/sec	
Portata di verifica	Qp = 21.25 mc/sec	Hp = 2.16 m
Grado di riempimento	Gr = 0.72.	
Velocità	Vr = 1.30 m/sec	

Come si può notare la sezione esistente è più che sufficiente per lo smaltimento delle portate derivanti dagli afflussi su questo bacino.

SEZIONE B (bacino esterno)

Dimensioni del canale	9.0 x 4.0 x 20 m	Sez. trapezia aperta
Portata max riempimento	Qr = 65.00 mc/sec	
Portata di verifica	Qp = 52.50 mc/sec	Hp = 3.5 m
Grado di riempimento	Gr = 0.875	
Velocità	Vr = 1.15 m/sec	

Anche in questo caso la sezione è sufficiente per poter contenere la portata di verifica avente tempo di ritorno T = 10 anni.

SEZIONE C (Cavo Soratore)

Dimensioni della sezione	5.0 x 3.5 m	Canale Scatolare chiuso a geometria rettangolare
Portata max riempimento	Qr = 51.50 mc/sec	
Portata di verifica	Qp = 34.00 mc/sec	Hp = 2.25 m
Grado di riempimento	Gr = 0.65.	
Velocità	Vr = 2.60 m/sec	

Verifiche per portate secolari

Considerando, sui bacini considerati, precipitazioni aventi tempi di ritorno pari a 100 anni è possibile trovare le corrispondenti portate centennali e verificare quindi l'ufficiosità delle sezioni di interesse in questa situazione estrema.

Si ricava:

SEZIONE A - Qa100 = 30.70 mc/s, Hp = 2.85 m, Gr = 0.95

(bacino Naviglio interno)

SEZIONE C - Qc100 = 44.80 mc/s, Hp = 3.00 m, Gr = 0.86

(bacino Soratore)

SEZIONE B - Qb100 = 72.00 mc/s, Hp > 4.00 m, Gr > 1

(bacino Naviglio esterno)

Come si può notare la portata SECOLARE metterebbe in leggera crisi la sezione aperta del C. Naviglio, ciò che ha indotto il Magistrato per il Po a realizzare un ampliamento con relativa risagomatura della sezione che, secondo le nuove dimensioni, presenta una larghezza in sommità di circa 24 metri. In queste condizioni il Naviglio è in grado di far defluire portate comprese tra i 70 e i 100 mc/s o, in alternativa visto che dalle scatolari non possono pervenire più di 70 mc/s, riservare una potenzialità di effetto invaso nei confronti di eventuali rigurgiti di valle

Evento critico dell'ottobre 1990

Allo stesso modo è stata calcolata l'onda di piena conseguente all'evento dell'ottobre 1990, di cui si è registrata una precipitazione di oltre 160 mm in 12 ore, ovvero la precipitazione più consistente ed intensa che si sia registrata nel bacino del Naviglio negli ultimi decenni.

Detta precipitazione stimata con tempo di ritorno ultra secolare ha prodotto sul bacino (chiuso al ponte Bertola) una portata di oltre 90 mc/s, in realtà, per effetto della laminazione e dell'invaso rispettivamente del colmo e di una parte dei volumi di piena operati dalla fognatura di Modena, in Naviglio si è registrato un colmo di circa 70 mc/s pari cioè alla capacità di deflusso degli scatolari che alimentano l'alveo aperto del Canale.

Vale la pena di chiarire che cosa significhi effetto invaso e quindi laminazione operato dal sistema fognario di Modena sulle portate di piena del Naviglio.

Si tratta della particolare conformazione del reticolo urbano che presentando sezioni di deflusso dimensionate per portate aventi tempi di ritorno compresi tra 10 e 25 anni si comporta, nei confronti di portate superiori (per esempio secolari), come un limitatore di portata sull'emissario costituito dal C. Naviglio a valle della confluenza del Soratore.

Si noti, a titolo di esempio, come in occasione della piena del '90, a valle della città, siano transitati in Naviglio circa 70 mc/s (a tanto ammonta la capacità di deflusso degli scatolari in uscita dal centro urbano) contro i 90 mc/s prodottisi sul bacino.

In questo caso la laminazione del colmo ha superato il 20% con un volume invasato, dovuto al riempimento delle tubazioni, agli allagamenti e ai mancati deflussi, di circa 500.000 mc

che Modena ha trattenuto fino al termine dell'evento meteorico ovvero sino al ristabilimento delle condizioni di normalità.

Per il Naviglio l'allarme scatta in corrispondenza di portate intorno ai 55-60 mc/s che consigliano una sorveglianza delle arginature contestuale ad interventi di difesa delle realtà abitative e produttive più vulnerabili, la situazione di emergenza a partire da portate di 70 mc/s comporta una ripresa degli argini localmente sormontati ed un contenimento delle aree esondate (zona industriale Canaletto, Bertola, cavi Argine e Minutara, Bastiglia).

- I Cavi Argine e Minutara

I canali di cui all'oggetto, appartenenti al reticolo idrografico secondario del Comune di Modena, collettano acque scolanti da bacini posti a Nord-Est rispetto al centro urbano per confluire in Naviglio grossomodo all'altezza di Comporto..

Nati originariamente con la duplice funzione drenante a monte, irrigua a valle si sono sempre più configurati nel corso del tempo come canali dalla funzione mista (acque bianche e acque nere).

Questa circostanza ha imposto l'esigenza di intercettare le acque nere mediante un canale di gronda denominato "Collettore di Nord-Est" per inviarle all'impianto di depurazione centralizzato della città di Modena.

Il sistema di intercettazione e' costituito, da un manufatto a griglia automatica posto lateralmente ai canali in cui vengono convogliate le acque nere defluenti nel fondo sagomato del canale.

L'entità di queste ultime e' valutata in circa 15 l/sec per il Cavo Argine, essendo la popolazione residente di circa 3500 abitanti e in circa 45 l/sec per il Cavo Minutara essendo la popolazione residente di circa 15000 abitanti.

Ovviamente le opere di intercettazione sono dimensionate per accogliere fino a 3 volte la portata nera ovvero la quantità d'acqua oltre la quale, in tempo di pioggia, ci si aspetta un sufficiente grado di diluizione del carico inquinante da consentirne lo smaltimento nel reticolo superficiale.

In tempo di piena, le acque eccedenti la 3 Q_n (Q_n = portata nera) defluiscono a valle dei manufatti di intercettazione ovvero oltre il collettore di Nord-Est.

Per quanto riguarda le portate meteoriche e' necessario ricordare come il progressivo incremento delle superfici impermeabilizzate accanto ad una riduzione dei tempi di corrivazione ne abbia amplificato l'entità determinando problemi di inofficiosità locali per i canali e, segnatamente per il Cavo Minutara e Argine, difficoltà di confluenza nel Canale Naviglio allorché quest'ultimo si trova in condizioni di elevato tirante idrico.

I rigurgiti che ne derivano causano una messa in carico delle canalizzazioni con possibili episodi di esondazione.

Scopo di questo studio è di proporre una soluzione per fronteggiare il rischio idraulico attraverso la definizione di un volume utile da ricavare nei "Prati di S. Clemente" per consentire la laminazione e l'invaso dei volumi di piena dei Cavi Argine e Minutara nonché una quota parte di quelli derivanti dal Naviglio.

Caratteristiche Generali dei Cavi Argine e Minutara

Si riportano di seguito le principali caratteristiche idrauliche dei cavi Argine e Minutara in corrispondenza dei Prati di San Clemente:

CARATTERISTICHE GENERALI CAVO ARGINE (ai Prati di S. Clemente)	
Superficie totale	1500 ha
Superficie alla deriv.	600 ha
Lunghezza asta totale	16000 m
Lung. asta alla deriv.	6300 m
Coeff. deflusso	0,09
Portata colmo di piena (Tr = 100)	9.00 mc/sec (*)
Sezione	2x7x2,3 m
Pendenza media	1.0 %.
Portata a riempimento	10 mc/sec
Tempo di corrivazione	3.0 ore
Principali confluenze	c. Detto, Cavo Albareto, Cavo Cavetto, Torricella

(*) il valore tra parentesi è il contributo del deviatore realizzato sul Minutara in tempo di piena recentemente attivato in corrispondenza della Nonantolana.

CARATTERISTICHE GENERALI CAVO MINUTARA (ai Prati di S. Clemente)	
Superficie totale	2000 ha
Superficie alla deriv.	562 ha
Lunghezza asta totale	23000 m
Lung. asta alla deriv.	10160 m
Coeff. deflusso	0,25
Portata colmo di piena (Tr = 100)	28.0 mc/sec
Sezione	2.5x11x2.1 m
Pendenza media	0,8 %.
Portata a riempimento	21 mc/sec
Tempo di corrivazione	3.0 ore
Principali confluenze	Gambarara, Budriana, Monda, Cazzola, F. di Mezzo, F. del Tonno, Panarolo

Le portate meteoriche al colmo di piena riportate, sono relative al tempo di ritorno di 100 anni e sono ricavate dall'applicazione di un modello di trasformazione AFFLUSSI-DEFLUSSI alla NASH (con 3 serbatoi) a partire da curve di possibilità pluviometrica statisticamente calcolate per il comprensorio di Modena.

Il modello, largamente utilizzato con buoni esiti su tutto il reticolo idrografico modenese ha costituito il modello base per la verifica del Piano di Risanamento del Prof. Maione (1986); tuttavia nelle valutazioni di cui al presente progetto preliminare si è fatto riferimento all'evento alluvionale dell'ottobre '90, particolarmente gravoso per il reticolo idrografico secondario modenese, che ha portato rispettivamente a 16.5 e 25 mc/sec i colmi del Minutara mentre quelli dell'Argine arrivarono a 5 e 7 mc/sec.

I coefficienti di deflusso, ovvero il rapporto tra volume defluito e volume affluito sul bacino, informano sul grado di impermeabilità medio dei bacini considerati: i valori riportati

denotano una consistente urbanizzazione per il bacino del Minutara a differenza di quello del C. Argine che mantiene in parte caratteristiche agricole.

- I Prati di San Clemente

La soluzione proposta, per fronteggiare il rischio idraulico prende spunto dalla funzione storica che i Prati di S. Clemente hanno rivestito nei confronti di Canali quali Argine, Naviglio e soprattutto Minutara.

Questa porzione di territorio, compresa tra Argine e Minutara, si presenta morfologicamente depressa e allungata in direzione Nord-Est, occupa per un quarto il territorio di Modena e per i rimanenti tre quarti quello di Bomporto, la superficie complessiva si aggira intorno ai 90-100 ha.

Attualmente presenta alcuni specchi d'acqua utilizzati per attività venatoria, intercalati da vasti appezzamenti variamente coltivati (frumento, granturco, barbabietola, etc.).

I prati di S. Clemente hanno sempre assolto, come già richiamato, al compito di invasare acqua allorché i livelli idrici in Panaro non consentivano il regolare deflusso delle acque di piena provenienti dal Minutara, Argine e in seconda istanza dal Naviglio.

Tale funzione è stata assegnata ai "Prati di S. Clemente" in tempi antichi, forse anche precedentemente alla realizzazione del C. Naviglio voluto nel periodo estense, e potrebbe essere il frutto di un tentativo, peraltro molto ben studiato, di controllo e governo delle esondazioni.

Lo studio della morfologia planimetrica del sistema Argine, Minutara, Naviglio suggerisce che quest'ultimo nel tratto terminale, con tutta probabilità, ha sostituito l'immissione diretta del Minutara in Panaro.

In questa configurazione il C. Argine costituirebbe una sorta di gronda per il bacino ad ovest compreso tra il F. Secchia e L'argine stesso (originariamente appartenente al Minutara) e, nel contempo, un "Argine" vero e proprio per il contenimento delle esondazioni provenienti dalla sponda sinistra del Minutara e favorite, per l'appunto, all'interno dei Prati di S. Clemente.

In questo modo si spiega anche l'appellativo di Cavo "Argine" il cui compito doveva, verosimilmente, farsi sentire dal punto in cui attualmente si origina sino alla confluenza in Naviglio, con il duplice scopo di drenare le acque in sinistra idraulica e di contenere in destra idraulica quelle provenienti dal Cavo Minutara in esubero.

In pratica si può affermare con una certa sicurezza che l'origine del C. Argine è concomitante alla formazione dei Prati di S. Clemente, ormai riconoscibili solo nella zona terminale dei suddetti Cavi e molto limitati nella loro funzione storica dalle pratiche antropiche.

Un'ulteriore prova è costituita dalla geometria della sezione del C. Minutara che appare ribassata in sinistra rispetto alla destra idraulica di circa 1 metro (Fig. 2), inoltre si notino le dimensioni dell'ultimo tratto di minutara che mostrano una capacità potenziale di deflusso di 30-35 mc/s, ovvero una geometria tipica da sezione di canale emissario a servizio dell'attuale bacino del Naviglio pre-urbanizzazione.

Fatte queste considerazioni e vista la situazione di sovraccarico idraulico del C. Naviglio si propone un'accentuazione della funzione dei Prati di S. Clemente combinando eventualmente la pianificazione di una nuova attività estrattiva con il beneficio idraulico che ne deriverebbe con asportazione di volumi di argilla, che consentirebbero la creazione di un notevole invaso per le acque di piena provenienti dai Cavi in oggetto.

In pratica esiste la possibilità concreta di trovare una soluzione pressoché definitiva ai problemi idraulici legati ai rigurgiti del Naviglio causati dalla chiusura totale delle porte Vinciane e di rimando a quelli nei cavi Argine e Minutara che possono potenzialmente creare fenomenologie di esondazione nei comuni di Modena, Bastiglia e Bomporto.

La proposta, prevede il potenziamento dei volumi di invaso, a tutt'oggi solo in piccola parte disponibili per effetto dell'interrimento storico e dei sovralluvionamenti, ai "Prati di S. Clemente" con l'inserimento di manufatti idraulici di regolazione e l'escavazione di un volume tale da conseguire l'invaso di circa 2 milioni di metri cubi.

Tale realizzazione potrà avvenire anche per stralci successivi unendo attività estrattiva e usi ambientali alternativi, del materiale scavato, al beneficio idraulico indotto dalla creazione di un adeguato volume di invaso.

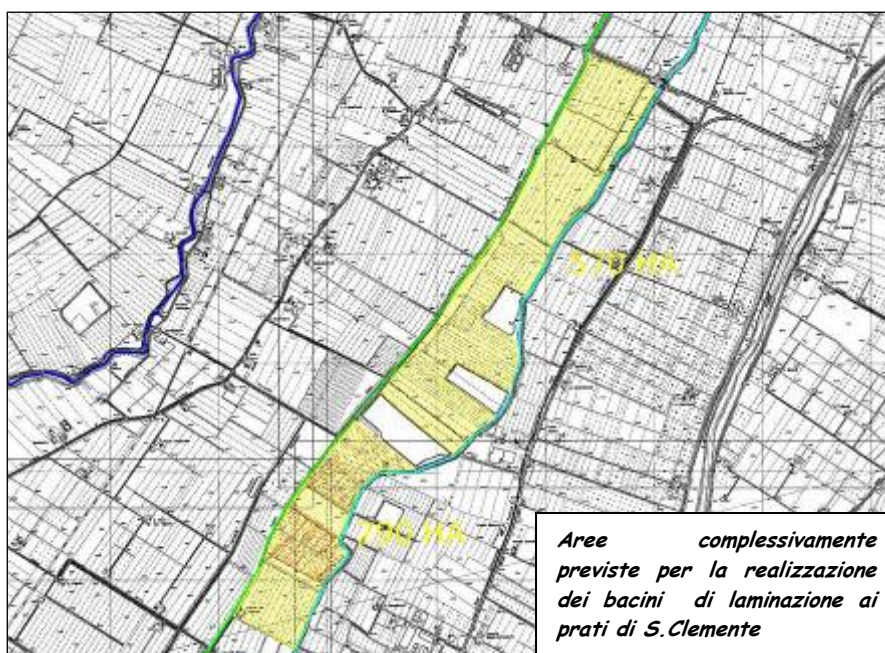
Un primo lotto funzionale è già stato preliminarmente realizzato sul cavo Minutara, metterà a disposizione un volume di invaso di circa 70.000 mc su un'area di circa 9 ettari, salvaguardando i giochi di caccia attualmente esistenti a tergo dell'area destinata all'esondazione.

La necessità di operare preliminarmente mediante un primo bacino di laminazione sul Cavo Minutara piuttosto che sul Cavo Argine discende dal fatto che su quest'ultimo sono state già predisposte in esercizio vasche di mitigazione per l'abbattimento dei colmi di piena.

D'altro canto il dispositivo in progetto se da un lato consentirà un deciso abbattimento delle portate in carico nel Minutara,



dall'altro permetterà, una volta realizzato nella sua complessità d'insieme, l'invaso di un notevole volume di piena variamente defluente nel Canale Naviglio sfruttando in prima



battuta il Cavo Argine e in un secondo tempo il Cavo Minutara, mediante rigurgito nelle aree predisposte ad accogliere le acque di esondazione.

In definitiva le aree depresse e opportunamente potenziate in termini di capacità per la regimazione definitiva dei

cavi Argine e Minutara e del Canale Naviglio si sviluppano complessivamente su due superfici rispettivamente di 570 Ha e 290 Ha poste a sud della via Chiaviche rispettivamente sui comuni di Comporto (la prima) e di Modena, Bastiglia (la seconda). Le valutazioni ed i calcoli idraulici esposti nel merito del dispositivo idraulico potranno essere suscettibili di eventuali modifiche da parte dell'Agenzia Interregionale per il po, in qualità di soggetto preposto alla progettazione e all'attuazione dell'intervento.

Beneficio Idraulico

Il sistema così individuato assolve a due aspetti idraulici molto importanti in questo settore della pianura modenese.

Il primo attiene alla laminazione dei colmi di piena provenienti essenzialmente dal Cavo Minutara (ed eventualmente dal C. Argine), il secondo riguarda la necessità di disporre di volumi di invaso consistenti per poter trattenere molta acqua nel caso di chiusura totale delle porte "Vinciane" alla confluenza del Naviglio in Panaro.

L'effetto laminazione sui colmi di piena offerto dal sistema è visibile nelle figure allegate a partire da portate di piena aventi tempi di ritorno pari a 10 anni, per esplicitarsi con la massima efficacia nei confronti di eventi superiori e più intensi.

Si noti come l'onda secolare del Minutara, così come l'onda relativa all'alluvione dell'ottobre '90 possano essere decapitate per effetto delle casse di espansione di oltre il 50%, passando dai 25-28 mc/s ai circa 13 mc/s dell'onda uscente ed immessa in Naviglio.

Da sola questa azione, in tempo di piena, risolverebbe molti dei problemi idraulici legati alla formazione dei rigurgiti provocati dalla difficoltosa confluenza in Naviglio del Minutara, eviterebbe quindi il prodursi di esondazioni locali dovute all'innalzamento dei livelli oltre le quote arginali, non sempre uniformi lungo il percorso.

Basti pensare che con la sola laminazione operata dalle casse in serie sui colmi secolari del Minutara il pelo libero si può ridurre di circa 80 cm.

L'intervento delle casse sull'onda dell'ottobre '90, avente colmo secolare e volume di piena eccezionale con circa 800.000 mc avrebbe potuto distogliere, in termini di invaso, circa 400.000 mc dai deflussi del Minutara diretti in Naviglio ovvero il 50 % dell'intera massa d'acqua veicolata dal Minutara.

L'effetto invaso dei volumi di piena è indispensabile per questo settore di pianura per la singolarità del nodo idraulico, che vede nel raggio di poco meno di 1 Km la confluenza di ben 4 corsi d'acqua: l'Argine ed il Minutara in Naviglio ed il Naviglio in Panaro.

Come già richiamato, l'immissione del Naviglio in Panaro è regolata da "Porte Vinciane" ovvero da un dispositivo idraulico che viene chiuso allorché i livelli del Panaro dovessero impedire il regolare funzionamento della confluenza ed, ancor peggio, causare un ritorno delle acque del Panaro nell'alveo del Naviglio.

In tale situazione la necessaria verifica da compiere è l'ipotesi di un completo sbarramento delle Porte Vinciane che causerebbero il totale rigurgito ed il ristagno dei volumi di piena veicolati dal Naviglio con ripercussioni sul Minutara, Argine ed in definitiva sulla sicurezza delle popolazioni rivierasche.

La verifica viene eseguita sui volumi di piena prodottisi con l'alluvione del '90 quando caddero oltre 160 mm di pioggia in 12 ore.

L'entità delle intumescenze formati in Naviglio hanno raggiunto i 90 mc/s al colmo e 3.2 milioni di mc di volume di piena, nel Minutara i 25 mc/s al colmo e 0.8 milioni di mc di volume di piena e nell'Argine gli 8 mc/s al colmo e 0.2 milioni di mc di volume di piena per un totale di 4.2 milioni di mc d'acqua arrotondabili a 4.5 milioni di mc giunti a Bomporto.

Nella malaugurata ipotesi che i livelli in Panaro fossero tali da provocare la completa chiusura delle Porte Vinciane una cospicua parte dei volumi sopra determinati sarebbe

esondata nella campagna circostante causando più danni di quanti non si siano effettivamente verificati con il deflusso libero del Naviglio in Panaro.

Di fronte a questa ipotesi catastrofica i volumi attualmente disponibili all'invaso delle piene sarebbero i seguenti:

- Depressione naturale P. S. Clemente	200.000 mc
- Alveo C. Argine + Cassa esistente	200.000 mc
- Alveo C. Minutara	200.000 mc
- Alveo Canale Naviglio	800.000 mc
- Sistema Fognario Città di Modena	600.000 mc
TOTALE	2.000.000 mc

Tale disponibilità deve essere confrontata con i 4.5 milioni di mc del volume di piena assunto a verifica ottenendo un saldo negativo di 2.5 milioni di mc che devono essere resi disponibili, per annullare il rischio idraulico, con il potenziamento della capacità di invaso dei Prati di S. Clemente.

Infatti le 2 casse in serie proposte metterebbero a disposizione circa 2.5 milioni di mc.

In questo modo la parte terminale del sistema Naviglio sarebbe ricondotta a rischio idraulico pressoché nullo, risolvendo molti problemi socio-economici e di protezione civile legati alle esondazioni.

Vale la pena di chiarire che cosa significa la valutazione dell'effetto invaso e quindi laminazione operata dal sistema fognario di Modena sulle portate di piena del Naviglio.

Si tratta della particolare conformazione del reticolo urbano che presentando sezioni di deflusso dimensionate per portate aventi tempi di ritorno compresi tra 10 e 25 anni si comporta, nei confronti di portate superiori (per esempio secolari), come un limitatore di portata sull'emissario costituito dal C. Naviglio a valle della confluenza del Soratore.

Si noti, a titolo di esempio, come in occasione della piena del '90, a valle della città, siano transitati in Naviglio circa 70 mc/s (a tanto ammonta la capacità di deflusso degli scatolari in uscita dal centro urbano) contro i 90 mc/s prodottisi sul bacino.

In questo caso la laminazione del colmo ha superato il 20% con un volume invasato, dovuto al riempimento delle tubazioni, agli allagamenti e ai mancati deflussi, di circa 500.000 mc che Modena ha trattenuto fino al termine dell'evento meteorico ovvero sino al ristabilimento delle condizioni di normalità.

- Esondazioni ed esondabilità

Oltre alla pericolosità di esondazione, legata ai tempi di ritorno delle piene, va considerato con altrettanta puntualità, ai fini della definizione del quadro di criticità idraulica di un determinato territorio, anche il rischio associato alla dinamica dell'alveo, che trae origine da fenomeni di erosione e/o sedimentazione e quindi all'evoluzione planimetrica ed altimetrica del corso d'acqua. Va inoltre considerato che le modificazioni morfologiche che avvengono all'interno di un alveo possono avere conseguenze indotte sul rischio da esondazione, in quanto possono modificare le caratteristiche idrauliche della corrente e la stessa capacità di contenimento dell'onda di piena.

In tal senso un quadro della criticità dei bacini dei fiumi Secchia e Panaro in area di pianura, viene delineato nella Bozza di discussione del "Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del fiume Po" che si è posto l'obiettivo di caratterizzare lo stato di dissesto idraulico, sulla base di indicatori calcolati per unità elementari costituite dalle aree comunali; ciò che emerge è che ben due terzi dei comuni dei bacini del Secchia e del Panaro sono interessati da un livello "di rischio atteso elevato"

e si tratta in particolare di quei comuni che si trovano nell'ambito di pianura lungo una fascia ristretta intorno alle aste principali dei due corsi d'acqua.

Nei tratti terminali delle aste fluviali di Secchia e Panaro, da valle dell'autostrada A1 sino alla confluenza con il Po, permangono condizioni di sicurezza idraulica non adeguate in rapporto all'affidabilità fornita dal sistema arginale, che presenta numerosi e significativi problemi di inadeguatezza, connessi a fenomeni di possibile sifonamento delle fondazioni (fontanazzi), al rischio di lesioni sugli argini per assenza di difese di sponda o scalzamento di quelle esistenti, all'ineguatezza della sagoma per estesi tratti e del franco arginale (soprattutto nel tratto terminale).

Appare quindi evidente che la criticità idraulica del territorio comunale, in rapporto alla presenza del fiume Panaro, discende, più che dalla pericolosità di esondazione legata ai tempi di ritorno delle piene, attualmente ben controllate dal pieno funzionamento della cassa di espansione, principalmente dal rischio associato alla dinamica dell'alveo e quindi dall'evoluzione planimetrica ed altimetrica del corso d'acqua, che trae origine da fenomeni di erosione e/o sedimentazione.

Da un punto di vista storico, gli eventi di esondazione che hanno interessato il territorio comunale hanno avuto origine da rotte del fiume Panaro.

L'individuazione delle aree inondate in seguito ad alluvioni storiche documentate è avvenuta attraverso la documentazione del Consorzio della Bonifica di Burana e dei dati riportati nello studio "Per un atlante storico ambientale urbano"²².

Come si osserva nella carta riportata in Fig. 6.27, sono segnalati, a più riprese, eventi alluvionali per il Canale Naviglio a partire dalla seconda metà del 1800.

Si rimanda al successivo paragrafo per le valutazioni relative al rischio idraulico connesso al Canale Naviglio.

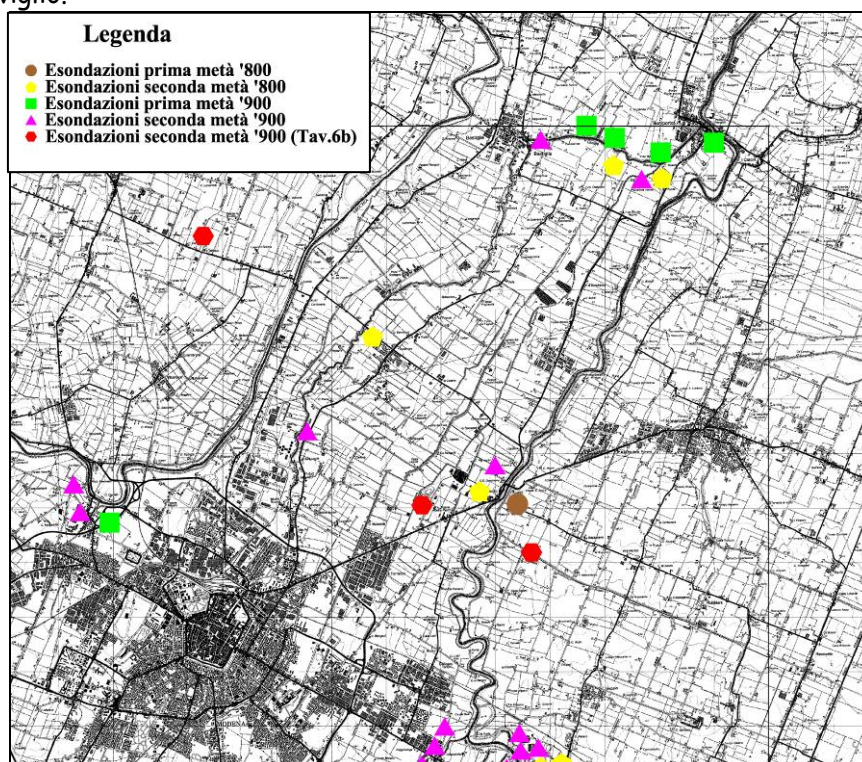


Fig. 6.27 - Carta generale delle esondazioni del XIX e XX secolo

²² PER UN ATLANTE STORICO AMBIENTALE URBANO a cura di *Comune di Modena - Ufficio Ricerche e Documentazioni sulla Storia Urbana*

In tempi recenti il territorio di Bomporto è stato interessato dalle esondazioni in seguito alla rotta del fiume Panaro del 4-5 settembre 1966, del 10-16 settembre 1972 e del 25-26 settembre 1973.

Le cause delle esondazioni sono da imputare principalmente, oltre che all'eccezionalità degli eventi pluviometrici, alla fragilità generale dell'equilibrio idraulico, dovuta sia alle profonde modificazioni avvenute nei sistemi agro-culturali collinare e montano, sia agli effetti indotti dall'aumento delle aree urbanizzate sulla velocità di deflusso delle acque superficiali e di conseguenza sulla concentrazione degli effetti di piena; tuttavia con le sistemazioni idrauliche realizzate negli ultimi decenni, si verificano attualmente solamente problemi in ordine al deflusso delle acque in eccesso in punti localizzati ad estensione limitata.

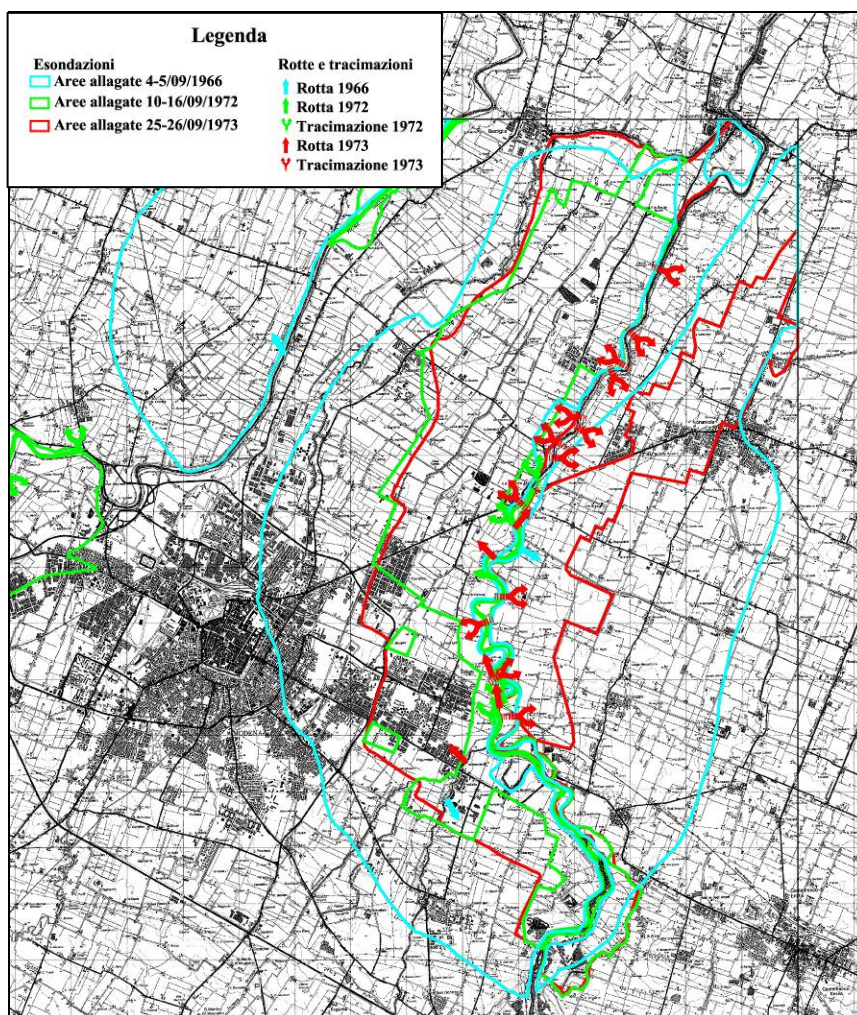


Fig. 6.28 - Carta delle esondazioni storiche: carta delle esondazioni del 1966, 1972 e 1973

Tra gli elementi che sono stati presi in considerazione nella valutazione della criticità idraulica del territorio in esame si ricorda anche la perimetrazione delle aree interessate da criticità idraulica riportata nella "Carta di criticità idraulica di pianura" allegata al PTCP della Provincia di Modena, individua zone critiche su tutto il territorio comunale; in particolare s'individua:

- una fascia a ridosso dei fiumi Panaro e Secchia, lungo tutto il loro sviluppo entro il territorio comunale, che rientra entro le "aree ad elevata criticità idraulica"; sono le aree nelle quali l'effetto dell'onda di piena provoca danni ingenti al patrimonio insediativo e infrastrutturale;

- due aree nella parte nord, di cui una ad ovest dell'abitato di Gorghetto e l'altra che occupa la quasi totalità del settore settentrionale del comune ed un'area nella zona sud, compresa tra Villavara ed il naviglio, individuate come "Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1.0 m"; si tratta di aree che ricadono all'interno dei comparti morfologici a maggiore probabilità di inondazione e comprendono le zone maggiormente depresse del comparto, con caratteristiche altimetriche tali da prevedere il concentrarsi di grossi quantitativi di acqua. Tali aree vengono considerate ad elevata criticità idraulica, in esse l'altezza raggiunta e i tempi di permanenza legati ad un difficile smaltimento determinano l'insorgere di difficoltà e danni al sistema insediativo presente. In tali zone l'utilizzo di opportuni accorgimenti nelle tecniche edificatorie (presenza di scale interne, assenza di vani interrati) e un'opportuna pianificazione dell'emergenza sono obiettivi da perseguire per raggiungere la sicurezza e l'incolumità delle persone nonché la limitazione dei danni economici.
- la restante parte del territorio comunale compresa entro le "Aree depresse ad elevata criticità idraulica, aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica"; si tratta di aree depresse ubicate nei comparti idromorfologici ad elevata probabilità di inondazione ma la situazione altimetrica è tale che il tirante d'acqua, in occasione della rotta arginale, non può raggiungere valori elevati.

Con riferimento alla Variante Generale al PTCP della provincia di Modena²³, si può comunque affermare che, anche sul territorio comunale, molti episodi alluvionali storici sono da imputare a insufficienze idrauliche dei collettori di bonifica o dei corsi d'acqua minori, mentre i fiumi maggiori presentano minori problemi rispetto alle piene ordinarie, come già accennato, in seguito alla realizzazione delle Casse di espansione.

Per quanto attiene alle condizioni idrauliche dei due corsi d'acqua principali, all'interno del territorio di Bomporto, si rilevano le seguenti criticità principali:

- Tratte arginate pensili della bassa pianura: sezioni inofficose ovvero rischio di sormonto arginale (Q max 800 mc/s).

Per quanto riguarda invece il Canale Naviglio, si segnalano le seguenti condizioni critiche:

- Scarsa pendenza di fondo associata a sviluppo algale che provoca battenti con effetti di rigurgito

- Bomporto: rischio idraulico e problemi di sicurezza civile legata alla tenuta dei portoni vinciani e alle portate del Canale Naviglio completamente rigurgitate.

Si riportano infine di seguito, con riferimento al territorio comunale, le informazioni salienti relative ai tratti critici del sistema idraulico, come indicati nel "Programma di previsione e prevenzione di protezione civile della provincia di Modena: "rischio idraulico" a cura della Regione Emilia Romagna e Provincia di Modena - Servizio pianificazione ambientale - u.o. protezione civile e difesa del suolo (dicembre 2006)²⁴.

Tale lavoro, nato dalla collaborazione tra l'U.O. Protezione Civile e Difesa del Suolo della Provincia di Modena, Enti di presidio territoriale idraulico (AIPO; STB Enza, Panaro e

²³ Verso il nuovo PTCP della Provincia di Modena - Quadro Conoscitivo - Parte seconda - Sistema Naturale ed Ambientale - Paesaggio (D.G.P. n. 68 del 27/02/2007) e PTCP 2009 - Quadro Conoscitivo - Relazione (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009)

²⁴ A cura di:

Dott.ssa Rita Nicolini - *Dirigente del Servizio Pianificazione Ambientale (Provincia di Modena)*

Ing. Chiara Bezzi - *Collaboratrice U. O. Protezione Civile e Difesa del Suolo (Provincia di Modena)*

Ing. Davide Braghiroli - *Collaboratore U. O. Protezione Civile e Difesa del Suolo (Provincia di Modena)*

Ing. Francesco Gelmuzy - *Funzionario U. O. Protezione Civile e Difesa del Suolo (Provincia di Modena)*

Dott. Matteo Virga - *Collaboratore U. O. Protezione Civile e Difesa del Suolo (Provincia di Modena)*

Secchia; Consorzi della Bonifica) ed i comuni, ha avuto come scopo il censimento e l'individuazione, su cartografia, dei tratti di alveo fluviale generatori di scenari di evento, ovvero di scenari di esondazione.

La previsione del rischio idraulico infatti, affrontata attraverso una corretta gestione dei corsi d'acqua con la realizzazione di opere di ingegneria, con la valutazione del rischio di alluvionamento e con la giusta utilizzazione delle risorse, si attua sia attraverso un'adeguata conoscenza dei fenomeni che condizionano l'evoluzione degli alvei, sia attraverso un'analisi delle caratteristiche spondali dei fiumi.

In questo modo si sono potute aggiornare le informazioni relative ai tratti di corsi d'acqua e canali in cui non sussistono sufficienti condizioni di sicurezza in funzione della calibratura delle sezioni di deflusso, del mantenimento di un franco di sicurezza non inferiore al metro fra le quote del pelo libero in massima piena e le corrispondenti quote della sommità arginale, del corretto dimensionamento dei corpi arginali, strutturati con banchine e scarpate adeguate alla natura dei terreni ed alla loro altezza sul piano campagna, e ad altre situazioni generatrici di rischio per il territorio circostante.

La raccolta di queste informazioni è stata strutturata sulla base dei seguenti indicatori di criticità:

- A) *Tratti in cui si è frequentemente superato negli ultimi 50 anni il franco di sicurezza (insufficiente quota della sommità arginale);*
- B) *Insufficiente sezione di deflusso (presenza di frane, vegetazione, sezioni da risagomare ecc.);*
- C) *Argini in erosione e/o in frana;*
- D) *Fondo alveo in erosione;*
- E) *Tratti in cui si sono verificati sifonamenti o fontanazzi²⁵;*
- F) *Zone di sortumazione²⁶;*
- G) *Assenza o insufficiente copertura della linea di imbibizione²⁷;*
- H) *Tratti di canale ubicati in zone particolarmente depresse;*
- I) *Assenza di arginatura;*
- J) *Bruschi cambiamenti di sezione con possibilità di ostruzione per presenza di manufatti;*
- L) *Presenza di accumuli di deposito di versante in prossimità dell'alveo;*
- M) *Sponde in accentuata erosione e/o in frana;*
- N) *Zone di sovralluvionamento²⁸.*

²⁵ **SIFONAMENTO E FONTANAZZO:** Il sifonamento consiste nell'asportazione di materiale sciolto nei punti in cui il moto filtrante emerge alla superficie del suolo. Il rischio di sifonamento si manifesta con l'apparire di fontanazzi, ossia emergenze d'acqua su paramento di valle dell'argine o sul terreno a tergo di questo. Se l'acqua esce limpida vuol dire che il sifonamento non è ancora in atto, se esce torbida si è già innescato.

²⁶ **ZONA DI SORTUMAZIONE:** In corrispondenza di periodi di piena o comunque in periodi caratterizzati da elevati livelli idraulici, i particolari rapporti idrologici che si vengono a creare fra le acque fluviali ed i territori adiacenti fanno sì che la fascia di terreno più adiacente all'alveo, al di là degli argini più esterni (gronda fluviale), sia assai più umida di altre parti del territorio con fenomeni di saturazione idraulica dei terreni o di temporanei allagamenti di aree più o meno estese. Sono perciò definiti "sortumosi" i terreni molto umidi in prossimità dell'argine e che come tali sono facilmente soggetti a fenomeni di infiltrazione.

²⁷ **LINEA DI IMBIBIZIONE:** Per i manufatti arginali esiste uno schema di sagoma arginale con particolare rapporto base/altezza tale per cui la pendenza delle scarpate verso fiume deve essere caratterizzata da un rapporto specifico che nel nostro territorio è di 3 su 2 e suggerisce di disporre il profilo a campagna in modo da coprire per almeno un metro un'ipotetica linea di saturazione (andamento della linea piezometrica all'interno del manufatto arginale).

²⁸ **ZONA DI SOVRALLUVIONAMENTO:** Zona di intensa sedimentazione del materiale solido trasportato dalla corrente. Tale fenomeno può essere legato ad un andamento naturale del fiume, per cui il rallentamento della corrente in zone di ansa o in presenza di ostacoli porta alla sedimentazione di materiale in eccesso rispetto al massimo carico ammissibile, ma anche alla presenza di manufatti, a monte dei quali si determina la presenza di abbondante sedimentazione.

Nel documento suddetto sono individuate, per ogni tratto critico, schede di censimento, ognuna delle quali è puntualmente accompagnata da informazioni utili alla localizzazione geografica del tratto in esame: località e comune di appartenenza, C.T.R. di base in scala 1:10.000.

Nel contesto dell'indagine sono state inoltre censite, là dove era possibile reperirle, tutte quelle informazioni utili a meglio descrivere la situazione dell'asta fluviale, la litologia dei terreni adiacenti ed i più significativi interventi antropici, quali la presenza di opere idrauliche, trasversali e longitudinali, di manufatti o altre infrastrutture (ponti, tubazioni,...).

Con riferimento al territorio comunale di Bomporto sono state prese in considerazione le schede n. 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, di cui di seguito si riportano, schematicamente i dati principali; nella Tav. "Idrografia" sono invece stati cartografati i tratti critici suddetti, come riportati nelle schede.

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
3	FIUME SECCHIA	Dx	Tratto C. Pollastri - C. Pelati	Insufficiente copertura della linea di imbibizione
6	CANALE NAVIGLIO	Dx Sx	Tratto Bastiglia - C. Tosatti	Erosione del fondo alveo. Tratto in cui si sono verificati frequenti fontanazzi. Zona di sortumazione.
7	CAVO ARGINE	Dx	Prati di S. Clemente	Esondazione del Cavo Argine sui prati di S. Clemente a causa del rigurgito che si verifica quando i portoni vinciani del canale Naviglio sono chiusi
9	CANALE NAVIGLIO	Dx	C. Tosatti	Argine in erosione
10		Dx	Capoluogo	Erosione del fondo alveo. Tratto in cui si sono verificati frequenti fontanazzi. Zona di sortumazione
11		Sx	Tratto C. Tosatti - Confluenza f. Panaro	Erosione del fondo alveo. Tratto in cui si sono verificati frequenti fontanazzi. Zona di sortumazione
12	CAVO MINUTARA	Sx	Prati di San Clemente	Esondazione del Cavo Minutara sui prati di S. Clemente a causa del rigurgito che si verifica quando i portoni vinciani del canale Naviglio sono chiusi
13	CAVO PANAROLO	Dx	Tutto il tratto comunale	Esondazione con allagamento di tratti della SP2, durante eventi di piena, per difficoltà di scarico.
14	FIUME PANARO	Sx	Tratto Il Collegio - fondo Torre Bianchi	Insufficiente quota della sommità arginale. Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
15		Sx	Fondo Torre Bianchi	Insufficiente quota della sommità arginale. Insufficiente sezione di deflusso. Argine in frana per una lunghezza di 150 m. Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
16		Sx	Tratto Fondo Torre Bianchi - C. Garuti	Insufficiente quota della sommità arginale. Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
17		Sx	C. Garuti	Insufficiente quota della sommità arginale. Insufficiente sezione di deflusso. Argine in frana per una lunghezza di 300 m. Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
18		Sx	Tratto C. Garuti - Solara	Insufficiente quota della sommità arginale. Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
19		Sx	Tratto Navicello - il Collegio	Insufficiente copertura della linea di imbibizione.
20	CAVO FIUMICELLO	Dx Sx	Gorghetto	Rigurgiti di fognatura nel centro abitato per difficoltà di scolo del cavo Fiumicello che presenta insufficiente sezione

6.2.2 SISTEMA FOGNARIO E DI SCOLO

Per quanto concerne l'aspetto idraulico, la domanda ambientale alle scelte pianificatorie si traduce in due diverse applicazioni, che fanno sostanzialmente riferimento alla medesima metodologia:

- per quanto attiene i bacini urbani si rende necessaria una verifica, quanto più accurata possibile, del carico idraulico sui bacini allo stato di fatto che permetta la definizione di parametri urbanistici quali superfici ulteriormente impermeabilizzabili, coefficienti di deflusso, etc., direttamente utilizzabili all'interno dei sottobacini per lo sviluppo urbano e territoriale futuri;
- la seconda applicazione è rappresentata invece dallo studio idraulico del reticolo idrografico naturale per la determinazione delle portate di piena e quindi dei coefficienti idrometrici da utilizzare nella progettazione.

Le analisi riguardanti il carico idraulico sui bacini urbani rappresentano uno strumento molto utile per la pianificazione: infatti nell'adeguamento urbanistico di un certo comparto o di un intero bacino la fognatura è l'opera di urbanizzazione primaria che incide maggiormente, sia dal punto di vista economico che ambientale.

Indipendentemente dalla scelta del sistema di drenaggio che si vuole adottare (sistema misto o separato) il problema che si pone al progettista è di valutare se sia possibile, o quanto meno conveniente, avviare alla fognatura e quindi al ricevente, tutte le acque meteoriche cadenti sui suoli o solo una parte di esse. La tendenza seguita in questi ultimi decenni, specie in Italia del nord, è stata quella di non porre limitazioni al convogliamento in fognatura di tutte le acque pluviali. Recentemente si è manifestata quindi una spinta progressiva ad una simulazione accurata dei fenomeni quantitativi connessi al drenaggio delle precipitazioni nei sistemi fognari, al fine di disporre di efficaci strumenti decisionali per ricercare, nel caso di reti esistenti, l'attitudine a smaltire precipitazioni di prefissato tempo di ritorno e per controllare il loro comportamento in occasione di eventi di tempo di ritorno superiore a quello di progetto. La necessità di migliorare il controllo qualitativo e quantitativo degli eventi di piena, impone di riconsiderare criticamente i tradizionali sistemi fognari, inquadrando questi ultimi nel più generale contesto dei cosiddetti sistemi duali. Il drenaggio totale delle acque meteoriche urbane avviene infatti in un sistema minore, costituito dai collettori fognari destinati allo smaltimento delle acque nere e di parte di quelle bianche e di un sistema maggiore, costituito dalle vie d'acqua superficiali che si formano in occasione di precipitazioni più intense di quelle compatibili con la rete fognaria. In tal senso la tecnica progettuale e la ricerca in questa materia, si stanno occupando degli interventi da eseguire per sfruttare appieno il concetto di sistema duale. Alcuni degli accorgimenti in studio riguardano appunto la regimazione delle acque attraverso la realizzazione di vasche volano, l'incremento dei volumi invasabili, la creazione di superfici disperdenti, la taratura delle bocche delle caditoie e l'estensione delle zone verdi.

6.2.2.1. Officiosità idraulica del reticolo di scolo

Per ciò che riguarda la valutazione del carico idraulico sui bacini extraurbani, che costituiscono il reticolo idrografico superficiale, fanno fede le valutazioni effettuate dall'Autorità di Bacino del Po nell'ambito dei corsi d'acqua principali e comunque trattandosi di territori di pianura non si ravvisano problematiche particolari.

Per ciò che attiene invece la valutazione del carico idraulico sui bacini urbani, costituiti dalle reti fognarie (mista e non) appartenenti al Comune e alle sue frazioni si è scelto di suddividere gli ambiti urbani in micro e macro bacini idrografici.

Per ciascuno di essi attraverso un modello afflussi deflussi, utilizzando il metodo percentuale, è stata calcolata la portata di piena ed è stata confrontata con quella ammissibile per le sezioni delle tubazioni in esame.

Considerato il particolare assetto delle reti fognarie del Comune in esame si è ritenuto di individuare alcuni macrobacini formati dall'unione dei singoli microbacini chiusi in corrispondenza di nodi caratteristici quali scolmatori, confluenze importanti, etc..

In queste sezioni le verifiche hanno riguardato il confronto delle loro portate di piena con quelle ammissibili alle sezioni di chiusura.

Le classi di carico idraulico stabilite e di cui si dirà nel seguito scaturiscono dal rapporto tra la portata che si produce sul bacino in base alla metodologia adottata e la portata realmente smaltibile dalla sezione di condotto a servizio dello stesso bacino.

La curva di possibilità pluviometrica

Ipotizzata la linearità diretta tra portate e piogge che le producono si può stabilire che a precipitazioni decennali corrispondono portate di piena di pari tempo di ritorno, pertanto i valori di portata ricavati dall'applicazione del metodo devono essere considerati "decennali".

Le piogge di verifica sono state desunte dalla curva di possibilità pluviometrica valida per il territorio in esame. Detta curva nella forma $h = aT^n$ presenta i seguenti parametri medi:

TEMPO di RITORNO	a	n
10 anni	39	0.33

La scelta dei coefficienti di afflusso (numero CN e Ca) responsabili delle perdite idrologiche, ovvero della quota parte della precipitazione sul bacino che realmente giunge alla canalizzazione, tiene conto delle caratteristiche morfometriche del territorio, della copertura litologica e della densità di drenaggio (vedi tavole e cartografia allegate).

Con queste posizioni si sono ricavati valori di portata che conducono a coefficienti udometrici variabili tra 10 e 15 l/s per ettaro.

I valori più bassi sono relativi a porzioni di territorio vaste e a prevalenza agricola mentre quelli più alti sono ascrivibili ai bacini in cui più diffusamente si fanno sentire i tessuti urbani ed i bassi tempi di corrivazione.

Bacini extraurbani (Reticolo naturale)

Il territorio del Comune oggetto dell'indagine si colloca in sinistra idrografica al Fiume Panaro, in destra idrografica al Fiume Secchia e in parte a sinistra e in parte a destra rispetto al Canale Naviglio.

Per le valutazioni relative all'officiosità idraulica del reticolo idrografico naturale si rimanda al precedente paragrafo 6.2.1.3.

Bacini urbani (reti fognarie)

I bacini urbani sono stati individuati sulla base dell'assetto della rete fognaria esistente e riportata sulla cartografia tecnica disponibile.

Ai fini della suddivisione delle aree di pertinenza e delle relative sezioni di chiusura è stato analizzato l'andamento generale delle direzioni di deflusso delle acque.

L'analisi non è risultata semplice viste le difficoltà legate alla complessità delle reti, caratterizzate da numerose interconnessioni ovvero da deflussi alternativi non sempre ben quantificabili in termini di portate e definibili in termini di funzionamento.

Ad una prima valutazione, tutte le strutture della reti fognarie del Comune in esame denotano un accrescimento che ha seguito gradualmente nel tempo le espansioni urbanistiche pertanto, soffrono di una mancanza di unitarietà che di solito deriva da una

pianificazione generale preventiva, adattata alla realtà esistente e futura di un agglomerato urbano.

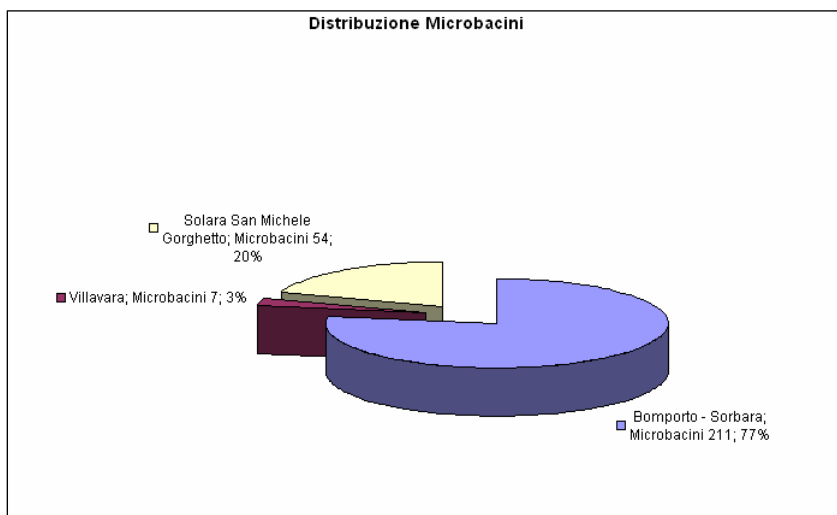
Spesso si rilevano tubazioni doppie a servizio della stessa strada, con direzioni di deflusso contrapposte, diametri dei condotti palesemente sottodimensionati e, raramente, sviluppi planimetrici contrari alle pendenze morfologiche del terreno.

Nel Comune e nelle sue frazioni le reti fognarie sono essenzialmente formate da collettori con funzione mista (acque nere e bianche), dotate di scolmatori in corrispondenza delle intersezioni con il reticolo idrografico naturale ed irriguo o a monte degli impianti di depurazione.

Sono servite da rete fognaria anche le frazioni di Sorbara, Solara-Gorghetto-S.Michele, Villavara.

Complessivamente il Comune in esame dispone di reti fognarie il cui sviluppo supera i 32 km lineari, di cui 27.2 nel capoluogo Bomporto e a Sorbara, 3.6 nelle frazioni di Solara San Michele e Gorghetto e i restanti 1.2 nella frazione di Villavara, con pendenze che generalmente si mantengono in una fascia tra il 0.1% e il 0.5%, concordemente con l'andamento del territorio tipico di pianura.

Le parti urbanizzate servite da fognatura sono state suddivise complessivamente in n° 272 microbacini, di cui 211 nel capoluogo Bomporto e a Sorbara, 54 nelle frazioni di Solara San Michele e Gorghetto e i restanti 7 nella frazione di Villavara al fine di valutarne le condizioni allo stato di fatto e le eventuali potenzialità ad accogliere ulteriori contributi di portata derivanti da espansioni.



Per rendere di più facile lettura le zone di criticità, delle quali fra poco andremo a parlare, il numero dei bacini urbani è stato ridotto accorpondo i microbacini in bacini urbani di dimensioni leggermente più grandi.

La rete fognaria non pone problemi di sorta nei confronti delle portate nere caratterizzate generalmente da entità esigue, complessivamente la nera prodotta per ogni abitante si attesta mediamente intorno 0.0032 l/s/ab ampiamente smaltibili dalle sezioni disponibili, anche considerando i diametri più piccoli rilevati (Dn 200 mm) in rete.

	Abitanti 2006	Stima Portata Nera in l/s
Bomporto	3800	12
Sorbara	3000	10
Solara	2000	7
Complessivo	8800	29

Le tipologie geometriche dei collettori esistenti e costituenti la reti fognarie esaminate nell'ambito del Comune di Bomporto e delle frazioni sono essenzialmente circolari.

In particolare il diametro minimo presente è il DN 200 mm in PVC il massimo è il DN 1200 mm in cls. Sono inoltre presenti dei tratti di fognatura in pressione nel territorio comunale di Bomporto, con diametro minimo riscontrato pari a DN 270 mm in PEAD.

Per la valutazione dei carichi idraulici dei bacini è stato utilizzato il modello di simulazione SWMM di cui al paragrafo seguente.

- Simulazioni sul reticolo fognario: nota metodologica

Per consentire, seppur in prima battuta, valutazioni quantitative di tipo idraulico che potessero aiutare a comprendere, limitatamente al confine amministrativo rappresentato dagli Agglomerati urbani pertinenti al territorio di competenza del Comune di Bomporto, quale fosse l'effettiva officiosità idraulica delle reti urbane in esercizio con specifico riferimento al problema dello smaltimento delle acque meteoriche in relazione ai tempi di corrvazione di progetto -tempi di ritorno decennali- si è ritenuto necessario implementare i diversi sistemi di drenaggio in un modello di simulazione numerica in moto vario. Dal modello di simulazione sono stati estrapolati per ogni ramo i valori di parametri significativi, tra i quali la portata massima conseguente all'evento di pioggia critico Q_p e il rapporto tra questa e la portata massima potenziale della sezione terminale Q_{max} . In base al valore di questo rapporto è stato poi possibile attribuire una classe di carico ad ogni bacino.

In relazione alle informazioni a luoghi approssimative fornite dal Gestore del servizio, le simulazioni effettuate rappresentano necessariamente un primo stadio di calibrazione dei sistemi idrici via via rappresentati.

L'acquisizione di nuove informazioni relativamente agli elementi idraulici caratteristici che costituiscono l'input del sistema di simulazione consentirà nel tempo una migliore calibrazione dei sistemi implementati e una migliore aderenza tra gli eventi simulati e quelli effettivamente osservati.

- Il modello di simulazione adottato

Per la modellazione delle reti di drenaggio urbano nel comune esaminato e nelle sue frazioni si è optato per l'utilizzo del codice di calcolo SWMM sviluppato dall'EPA Americana propriamente per simulare i meccanismi di formazione e propagazione delle onde di piena supponendo condizioni di moto vario, ovvero quanto più simili alle condizioni reali che effettivamente possono verificarsi nei sistemi complessi caratterizzati sia da sezioni a cielo aperto sia da sezioni che possono verificare funzionamenti rigurgitati, ovvero in leggera pressione.

In definitiva il motore di calcolo utilizzato dallo Storm Water Management Model (SWMM) sviluppato dall'EPA statunitense, rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano; detto modello opportunamente interpretato può fornire informazioni utili anche sui sistemi caratterizzati da alvei di tipo "naturale".

SWMM è un software complesso in grado di simulare il movimento della precipitazione meteorica e degli inquinanti da essa veicolati dalla superficie del bacino alla rete di canali e condotte che costituiscono il sistema di drenaggio.

In linea generale SWMM è stato concepito per modellare in termini qualitativi e quantitativi tutti i processi che si innescano nel ciclo idrologico.

E' possibile lanciare simulazioni di diverso tipo: a "evento singolo" o "in continuo", andando cioè a simulare per poche ore o per molti giorni eventi critici di pioggia che vanno a sollecitare il bacino imbrifero in cui è presente una rete di drenaggio.

Il modello può essere quindi utilizzato tanto per la progettazione quanto per la gestione delle reti di fognatura (bianche, nere e miste).

La struttura di SWMM è basata su "blocchi":

Blocchi computazionali:

- *Runoff*
- *Transport*
- *Extran*
- *Storage/Treatment*

Blocchi di servizio:

- *Executive*
- *Rain*
- *Temp*
- *Graph*
- *Statistics*
- *Combine*

Ogni blocco ha una specifica funzione e il risultato che scaturisce dal lancio di un blocco rappresenta la base di partenza per l'utilizzo di un blocco successivo.

La figura seguente descrive per sommi capi l'architettura dell'insieme dei moduli di cui è costituito *SWMM*:

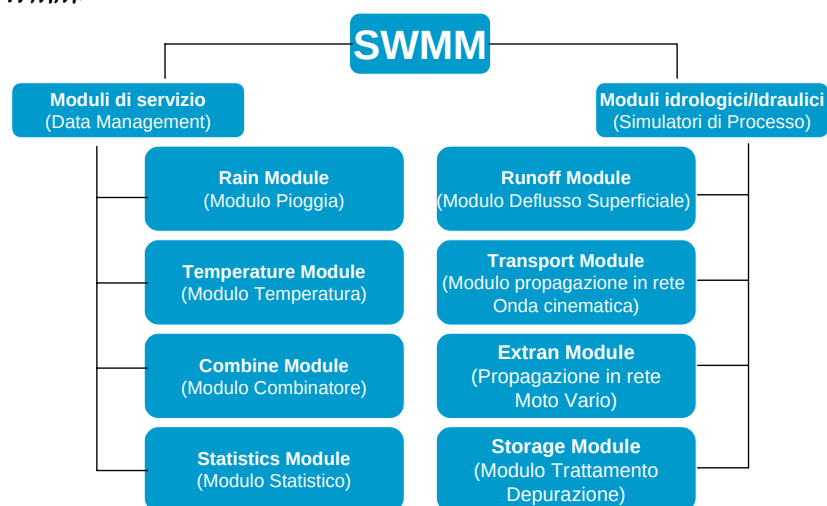


Fig. 6.29 - Architettura dello SWMM

Come si può osservare, sono presenti moduli di servizio per il trattamento dei dati di pioggia, di temperatura, statistici, e moduli idrologici ed idraulici che rappresentano i simulatori di processo.

Block	Capability			Flow Characteristics		Routing	Quality
	Description	Quantity (inlets)	Quality (pollutants)	Method	Backwater Effects	Method	
Runoff	simulate quantity and quality runoff of a drainage basin, route flows and pollutants to major sewer lines, produce hydrographs and pollutographs at inlet locations	200	10	Non-linear reservoir, cascade of conduits	No	1) build-up/wash-off; 2) rating curve approach; 3) const. concentration; 4) USLE.	
Transport	routes flow and pollutant through the sewer system, determine quantity and quality of dry-weather flow, calculate system infiltration, land, capital, operation and maintenance costs of two internal storage tanks	200	4	Kinematic wave, cascade of conduits	No	Shield's criterion for initiation of motion, and generation of simulation of dry-weather flow and quality.	
Extran	routes flow through the sewer system, simulate backwater profiles (flows) in open channel and/or closed conduit systems, a drainage system can be represented as links and nodes, looped pipe networks, weirs, orifices, pumps, and system surcharges	200	0	Dynamic wave, complete equations, interactive conduit network	Yes	No water quality simulation	
Storage/ Treatment	characterize the effects of control devices upon flow and quality, simulate removal in S/T devices, calculate costs	5 units or processes	3	Storage routing		1) first order decay; 2) removal functions; 3) sedimentation dynamics.	

tab. 6.6 - Caratteristiche principali dei quattro blocchi computazionali dello SWMM

Questi ultimi sono costituiti da un modulo per la modellazione del deflusso superficiale (*Runoff*), un modulo per la propagazione in rete con la schematizzazione dell'onda cinematica (*Transport*), un modulo dinamico (*Extran*) basato sulla risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant che governano il fenomeno idraulico di propagazione all'interno della rete, e infine un modulo che descrive i processi all'interno di un impianto di trattamento reflui (*Storage*).

I quattro blocchi computazionali sono descritti nella tabella 6.6, tratta dal materiale originale di supporto a *SWMM*.

Il blocco *Runoff* è il primo passo fondamentale per il lancio di una simulazione di *SWMM*. Questo blocco riceve in input gli eventuali dati meteorologici registrati nei blocchi *Rain* e/o *Temp* (dedicati all'acquisizione dei dati forniti dal servizio meteorologico statunitense) o, come nel caso dell'implementazione in *M.A.R.T.E.*, lo ietogramma definito dall'utente (intensità di pioggia/tempo o precipitazione totale in mm/tempo). *Runoff* analizza il processo afflussi-deflussi utilizzando un approccio basato sulla tecnica di serbatoi non lineari con un'opzione per l'eventuale presenza di neve. Viene chiaramente analizzato anche il processo di infiltrazione e di evaporazione per arrivare ad ottenere come risultato l'idrogramma in ogni ramo del reticolo di fognatura. Il blocco può essere lanciato per periodi temporali che vanno dai minuti agli anni: le simulazioni nell'arco di qualche giorno vengono denominate "evento singolo" mentre quelle più ampie sono considerate "evento continuo" (Huber and Dickinson, 1988). *Runoff* contiene anche la possibilità di simulare la qualità, in termini di analisi dei processi di spostamento dei contaminanti dalle superfici scolanti alla rete di fognatura. Come output *Runoff* fornisce gli idrogrammi di input all'ingresso della rete di drenaggio.

Il blocco Transport segue il lancio di Runoff e va a modellare il comportamento "qualitativo e quantitativo" del sistema, basandosi il calcolo idraulico sulla schematizzazione dell'onda cinematica. L'analisi qualitativa è basata su cinetiche del primo ordine, con criteri di Shield sull'inizializzazione del moto. I risultati consistono in livelli, portate e concentrazioni delle sostanze contaminanti per ogni elemento del sistema rami/nodi.

Il blocco Storage/Treatment (S/T) è sostanzialmente una specializzazione del Transport. S/T simula fino a tre contaminanti in un serbatoio contenente fino a cinque unità o processi. Il blocco simula inoltre i processi di decadimento del primo ordine associato ad una miscelazione completa, funzioni di rimozione e dinamica di sedimentazione. In aggiunta a questi elementi, è possibile modellare i costi di avvio e di manutenzione per ogni unità.

Il blocco Extran (Extended Transport) è sostanzialmente il cuore idraulico di SWMM; e consente di modellare la propagazione dei deflussi all'interno della rete mediante la risoluzione delle equazioni di De Saint Venant in forma completa. Nello specifico viene utilizzato il metodo "dynamic wave simulation" (Roesner, L.A. et al, 1988).

Extran è il modulo di calcolo più completo per la simulazione di reti ad albero o magliate; vengono modellati anche fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione, inversioni del flusso nei rami. Gli elementi modellabili vanno dalle pompe (viene richiesta una curva caratteristica a tre punti) agli scaricatori di piena (del tipo a sfioro laterale o a salto di fondo) alle eventuali posizioni di accumulo (vasche volano, vasche di prima pioggia, stazioni di sollevamento). I recapiti possono essere modellati sia come sbocchi liberi che vincolati. Extran utilizza una descrizione topologica della rete basata su una geometria rami-nodi. I rami e i nodi hanno proprietà specifiche che, combinate fra loro, consentono la rappresentazione idraulica dell'intera rete di deflusso. I rami sono sostanzialmente i condotti della rete e consentono di propagare le portate da un nodo all'altro; i nodi sono la rappresentazione dei pozzetti presenti nel sistema fisico. Nei nodi vengono localizzate le portate in ingresso (provenienti da Runoff in termini di idrogrammi di piena generati a partire dal modello afflussi-deflussi) e le portate in uscita dalla rete.

Questi blocchi principali costituiscono l'ossatura di SWMM. Il vantaggio della struttura modulare di SWMM consiste nella possibilità di lanciare i blocchi in cascata oppure indipendentemente in maniera asincrona. In aggiunta ai quattro blocchi computazionali esistono, come visto, blocchi di "servizio" che consentono di manipolare i risultati ottenuti. Si va dalle operazioni statistiche (blocco Statistics), alla gestione dei dati meteorologici (Rain e Temp), fino alla possibilità di gestire le stampe (Graph), e di elaborare i valori di
Una rappresentazione schematica del blocco Extran è mostrata in figura 6.30.

Come si nota, la funzione specifica di Extran è quella di propagare gli idrogrammi in ingresso, provenienti dal blocco Runoff, attraverso la rete di condotti, pozzetti e dispositivi di regolazione/deviazione del flusso propri del sistema di drenaggio, fino agli impianti di trattamento ed ai corpi idrici ricettori.

L'utilizzo del blocco Extran è consigliabile quando è necessario rappresentare condizioni di rigurgito e inversioni di flusso, nonché organi speciali di regolazione quali sfioratori, pompe e bacini di accumulo.

D'altra parte, la simulazione dei canali e delle piccole condotte delle regioni più a monte del sistema, dove reggono le assunzioni di serbatoi in cascata non lineari e moto uniforme, meglio si addice alle caratteristiche dei moduli Runoff-Transport, più semplici, che consentono un notevole risparmio di risorse (dati, memoria, tempi di simulazione).

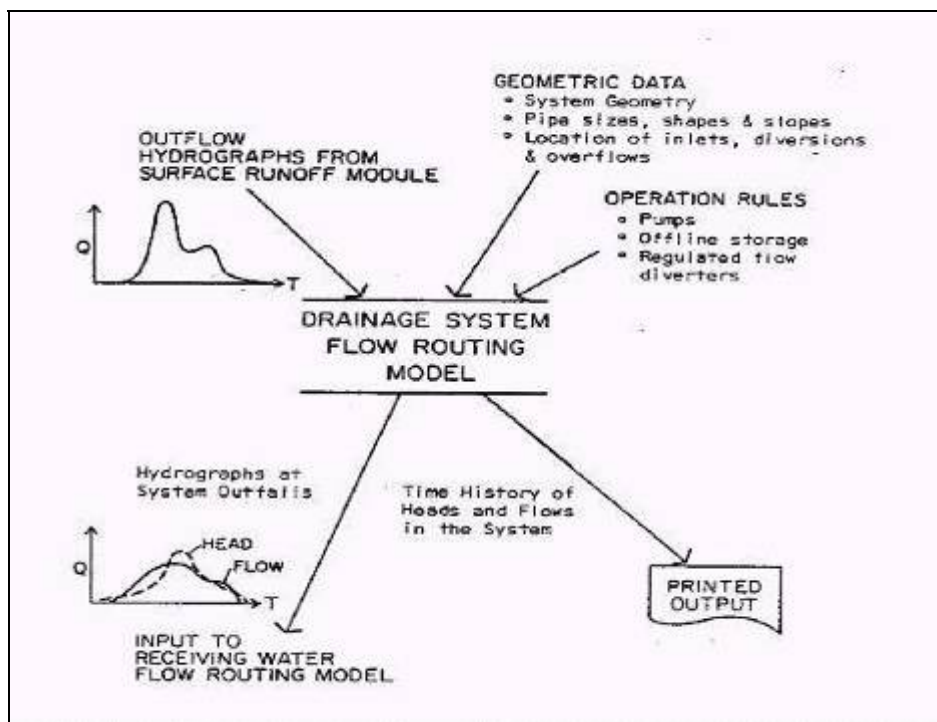


Fig. 6.30 - Rappresentazione schematica di Extran

Si è detto che Extran utilizza una descrizione di tipo "rami-nodi" del sistema di drenaggio che facilita la rappresentazione discreta del modello fisico e la soluzione matematica delle equazioni di moto vario gradualmente-variato (De Saint Venant) che costituiscono le basi matematiche del modello.

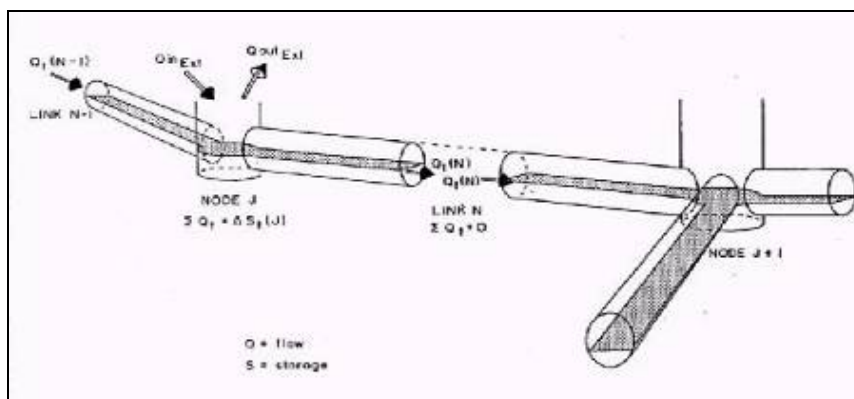


Fig. 6.31 - Rappresentazione concettuale di Extran

Come mostrato in figura 6.31, la rete di drenaggio è idealizzata come una serie di rami o tubazioni collegate tra loro in corrispondenza di nodi.

Le proprietà costanti associate ai rami sono il tipo di sezione, la lunghezza, la pendenza e la scabrezza; quelle determinate ad ogni passo di calcolo sono invece la portata, la velocità, l'area bagnata del flusso, il raggio idraulico e la larghezza del pelo libero. Le ultime tre sono funzione del livello idrico istantaneo.

La variabile indipendente fondamentale nei rami è la portata, Q , e si assume costante in ogni ramo durante un passo di calcolo. Velocità ed area bagnata del flusso, o livello, sono invece grandezze variabili nello stesso ramo.

Le proprietà costanti associate ai nodi sono la quota di scorrimento (intesa come generatrice inferiore del condotto), la sommità (intesa come generatrice superiore) e la

quota del terreno; quelle determinate ad ogni passo di calcolo e funzione del livello idrico istantaneo nel pozzetto sono il volume, l'area della superficie libera e il carico idraulico.

La variabile indipendente fondamentale nei nodi è il carico idraulico H , variabile nel tempo, ma costante nel singolo nodo durante un passo di calcolo.

Gli afflussi e i deflussi avvengono in corrispondenza dei nodi del sistema di drenaggio.

La variazione di volume nel nodo durante un dato passo di calcolo, Δt , costituisce la base per i calcoli seguenti di portata e carico idraulico.

Nell'Appendice 2b, reperibile in coda alla relazione, si riportano le planimetrie delle reti fognarie di appartenenza del Comune di Bomporto e delle sue frazioni, Sorbara, Solara, San Michele, Gorghetto, e Villavara costituenti tutto il territorio del comune indagato.

- Verifiche idrauliche

È utile ricordare che tutte le verifiche idrauliche, eseguite con la metodologia e i modelli descritti in precedenza, hanno permesso di individuare classi di carico ritenute idonee per meglio rappresentare la situazione locale.

In particolare per tratti uniformi di canalizzazione sono state determinate la portata massima potenziale della sezione terminale Q_{max} e la portata massima conseguente all'evento di pioggia critico Q_p ; il confronto tra Q_{max} e Q_p permette l'attribuzione del bacino ad una delle seguenti classi:

CLASSE	INTERVALLO	GIUDIZIO
I	$Q_p < 0,4 Q_{MAX}$	Deflusso ottimo
II	$0,4 Q_{MAX} < Q_p \leq 0,6 Q_{MAX}$	Deflusso buono
III	$0,6 Q_{MAX} < Q_p \leq 0,8 Q_{MAX}$	Deflusso accettabile
IV	$0,8 Q_{MAX} < Q_p \leq 1,0 Q_{MAX}$	Deflusso critico
V	$Q_p > 1,0 Q_{MAX}$	Deflusso ipercritico

CLASSE I (Deflusso ottimo)

$$Q_p \leq 0,4 Q_{max}$$

Definisce un bacino e relativo tronco di chiusura caratterizzato dalla possibilità di ricevere apporti idrici considerevoli.

CLASSE II (Deflusso buono)

$$0,4 Q_{max} < Q_p < 0,6 Q_{max}$$

Definisce un bacino e relativo tronco di chiusura caratterizzato da una buona possibilità di ricevere apporti idrici.

CLASSE III (Deflusso accettabile)

$$0,6 Q_{max} < Q_p < 0,8 Q_{max}$$

Definisce un bacino e relativo tronco di chiusura non ancora in condizioni critiche; può ricevere ulteriori apporti che dovranno essere valutati attentamente.

CLASSE IV (Deflusso critico)

$$0,8 Q_{max} \leq Q_p < 1,0 Q_{max}$$

Definisce un bacino e relativo tronco di chiusura già in condizioni critiche, per il quale non sono ammessi ulteriori apporti; gli eventuali interventi di sistemazione vanno valutati in base alle necessità degli insediamenti ed all'entità dei danni che tale situazione potrebbe determinare.

CLASSE V (Deflusso ipercritico)

$$Q_p \geq 1,0 Q_{max}$$

Definisce un bacino e relativo tronco di chiusura in cui si evidenzia la necessità inderogabile di interventi di riequilibrio idraulico.

- Carico idraulico sui bacini urbani

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati delle verifiche di officiosità dei collettori a servizio dei bacini urbani individuati, con la relativa attribuzione alle classi di carico idraulico precedentemente definite.

Per una comprensione più approfondita della metodologia utilizzata e dei risultati ottenuti in merito si veda l'appendice 2a "Esiti delle simulazioni idrauliche sul sistema fognario".

Per una visione globale dei bacini dei tre comuni e della loro criticità si rimanda alla cartografia riportata in appendice 2b "Criticità idraulica dei bacini urbani".

1. Bomporto: Criticità dei bacini

Nel Comune di Bomporto risultano presenti quattro agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo;
2. Sorbara;
3. Solara-San Michele-Ghorghetto;
4. Villavara.

La situazione idraulica rilevata in funzione degli elementi conoscitivi effettivamente acquisiti evidenzia alcuni bacini in condizioni ipercritiche. Allo stesso tempo però vi sono molti bacini in condizioni ottime, essi sono localizzati soprattutto alle estremità sud dell'abitato di Bomporto e in località Sorbara.

La situazione più critica è comunque indubbiamente quella dell'abitato Nord di Bomporto; in questo caso infatti quasi tutti i bacini si trovano in condizioni critiche e ipercritiche, il che è da attribuire con buona probabilità ai diametri delle condotte, che se da un lato risultano idonei in tempo asciutto per garantire il trasporto delle acque luride di origine antropico, dall'altro risultano eccessivamente piccoli per garantire un buon servizio di fognatura. Un'altra situazione critica è quella dell'abitato nord della frazione di Solara, ma in questo caso si trovano tre macrobacini in condizioni ipercritiche, contigui a macrobacini in condizioni ottime e accettabili.

In particolare la frazione di Sorbara, non ha particolari criticità, anzi la maggior parte del territorio è rappresentato da macrobacini in condizioni buone e accettabili.

Per quanto riguarda la Località di Villavara la situazione si presenta tutto sommato accettabile, non si riscontrano particolari criticità.

Anche per quanto riguarda la Località di Gorghetto la situazione si presenta tutto sommato accettabile, non si riscontrano particolari criticità.

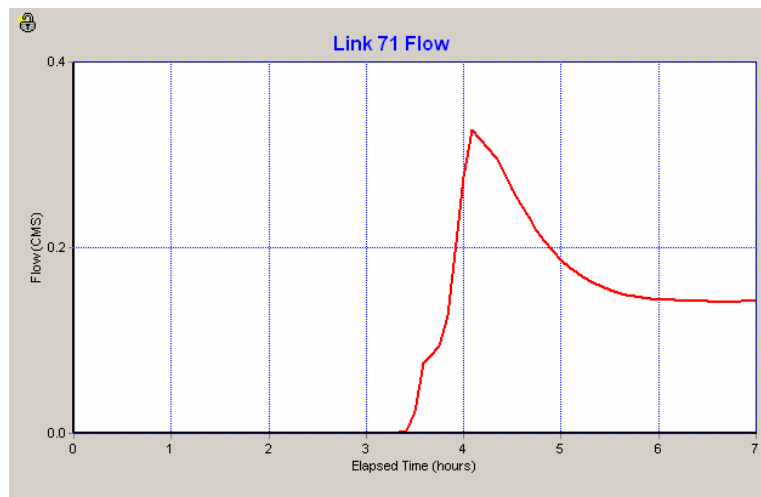
- Bomporto capoluogo: officiosità idraulica delle reti analizzate

Il drenaggio urbano del capoluogo di Bomporto risulta essere organizzato su una rete principale disposta longitudinalmente lungo via Ravarino-Carpi con direzione prevalente Sud-Nord:

La rete presenta punti di recapito al sistema idrografico principale con trattamento delle acque reflue luride di magra attraverso fosse Imhoff; gli scolmatori di piena sono posizionati immediatamente a monte delle fosse Imhoff e comunque disposti lungo l'intero percorso.

Le reti al servizio del capoluogo verificano quote sommitali pari 25.8 m.slm che nelle sezioni terminali raggiungono quote di 23.2 m.slm con un punti di apice in corrispondenza del sollevamento sul ponte del Canale Naviglio a quota 27.0 m. slm con pendenze medie dell'ordine del 0,1%.

Le portate caratteristiche in uscita dal Capoluogo di Bomporto vengono illustrate nel seguente idrogramma calcolate dal modello in corrispondenza delle sezioni poste immediatamente a monte dei dispositivi imhoff.

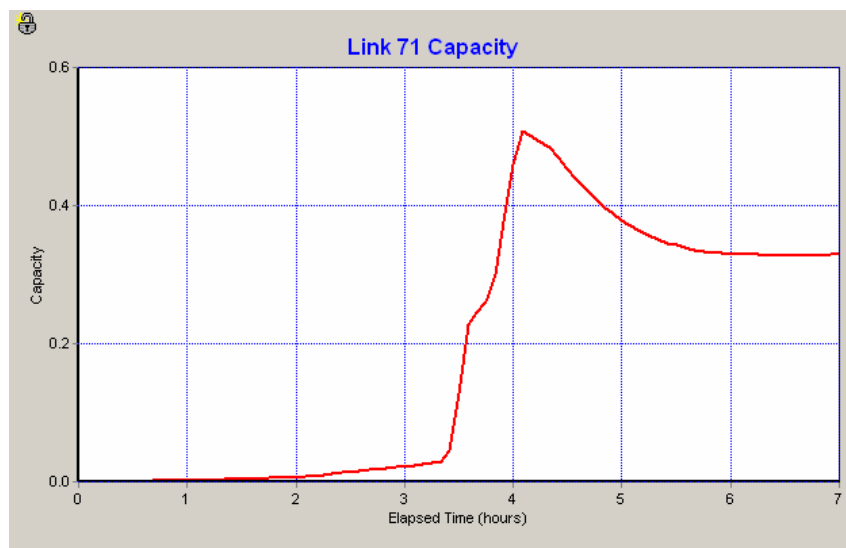


Con riferimento agli idrogrammi illustrati:

- le portate in uscita dalla rete posta in esercizio nella zona Nord, non arrivano a 0.3 mc/s
- le portate in uscita dalla rete di drenaggio in esercizio nella zona Nord. sono dell'ordine di 0.07 mc/s
- le portate in uscita dalla rete posta in esercizio nella zona Centrale, arrivano a 0.9 mc/s

Nelle sezioni terminali delle reti nelle zone sopraccitate sussistono rispettivamente collettori di diametro 800 mm.

Con riferimento al seguente idrogramma è possibile intuire come le piogge supposte pari ad un tempo di ritorno circa decennale esauriscano quasi completamente la capacità di trasporto dei collettori



Il grado di riempimento h/d è nelle sezioni terminali di criticità spesso dell'ordine di 0.5, dove h è l'altezza di moto uniforme in cui si trova la condotta in concomitanza del transito della portata massima e d è il diametro della condotta medesima- evidenzia come la possibilità di incremento del carico idraulico specifico sul bacino di monte dell'agglomerato urbano di Pianoro sia possibile solo alla luce di risezionamenti dei collettori fognari ovvero mediante realizzazione di urbanizzazioni che gravino in "invarianza idraulica" sul sistema di drenaggio esistente.

La criticità evidenziata per le sezioni terminali della rete tende a verificarsi anche in alcune tratte apicali dove il grado di riempimento h/d risulta essere oltre all'unità a testimonianza del fatto che alcune tratte fognarie verificano comportamenti completamente rigurgitati sin dall'incipit del deflusso verso il recettore.

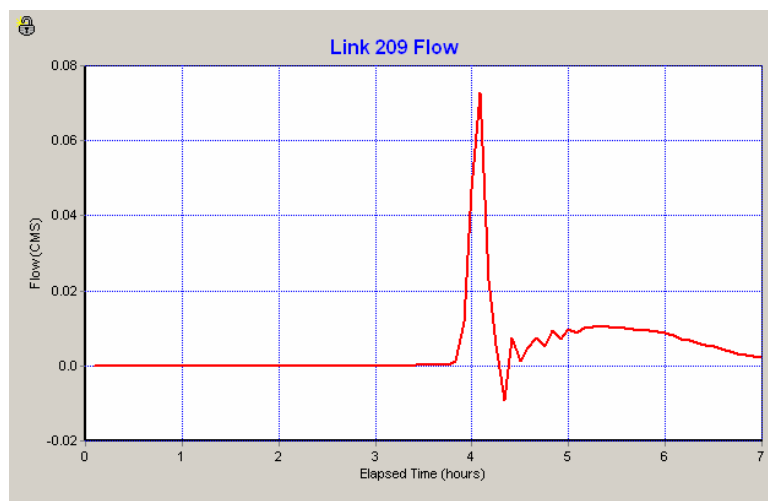
- Sorbara: officiosità idraulica delle reti analizzate

La rete di drenaggio urbano della località Sorbara risulta essere caratterizzata da una dorsale principale che si sviluppano da quota 26.5 m s.l.m. fino a quota 24.4 m s.l.m. in parte lungo lo sviluppo della via Ravarino Carpi.

La rete risulta esser caratterizzata da diametri fra 400 mm e 800 mm scolmati attraverso appositi sistemi posti in esercizio in corrispondenza dei principali innesti nella tratta apicale.

La rete principale verifica un dislivello di circa 2.0 metri ed una pendenza di esercizio media dell'ordine di 0.1 %

In effetti il tempo di corrivazione è ricavabile nel seguente idrogramma sull'asse delle ascisse in corrispondenza del punto in cui si verifica la portata massima, a valle del quale la curva rappresentativa delle portate in carico alla rete cambia improvvisamente pendenza disponendosi parallelamente all'asse dei tempi.



La portata massima in carico alla rete viene registrata dal modello di simulazione adottato, in una tratta posta più a monte rispetto alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza di una sezione posta immediatamente a monte dell'ultimo scolmatore posto in linea sulla rete urbana analizzata.

Eventuali incrementi del carico idraulico sulla rete di Sorbara dovuti a ulteriori future impermeabilizzazioni non potranno essere recapitati nelle sezioni terminali della rete in corrispondenza del sistema di trattamento dei reflui salvo che vengano operate rizezionamenti della rete, ovvero che le nuove costruzioni gravino in "invarianza idraulica" sulla rete esistente.

- Solara-San Michele-Gorghetto: officiosità idraulica delle reti analizzate

La rete di drenaggio urbano della località Solara risulta essere caratterizzata da una dorsale principale che confluiscono in unico condotto fino al nodo di sbocco nel sistema idrografico ricevente per le portate bianche, mentre la portata di nera prosegue fino al depuratore locale.

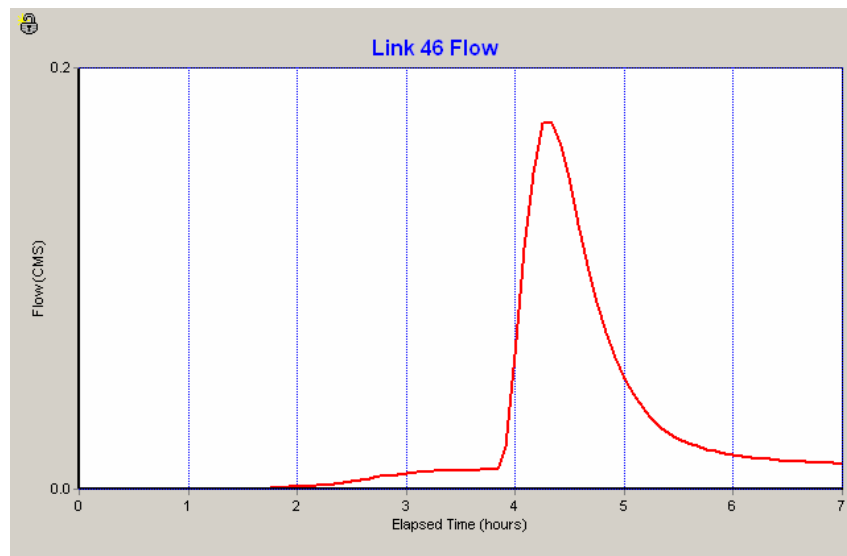
La rete di drenaggio si sviluppa da quota 19.7 m s.l.m. fino a quota 15.7 m s.l.m. lungo quota a cui il sistema di drenaggio recapita le proprie acque reflue nel depuratore.

La rete risulta esser caratterizzata da diametri che nelle tratte apicali misurano specchi di 315 mm di diametro e via via scalano fino a diametri dell'ordine di 600 mm in esercizio nelle tratte terminali.

Allo stato attuale di conoscenza delle reti non sembrano essere in funzione manufatti idraulici speciali quali scolmatori se non in prossimità delle sezioni terminali della rete di drenaggio. La rete principale verifica uno sviluppo di circa 3600 metri che risultano essere dislocati su un bacino che, verificando un dislivello di circa 4.0 metri tra zona apicale e sezione di chiusura, dispone di una pendenza di esercizio media dell'ordine di 0.1%.

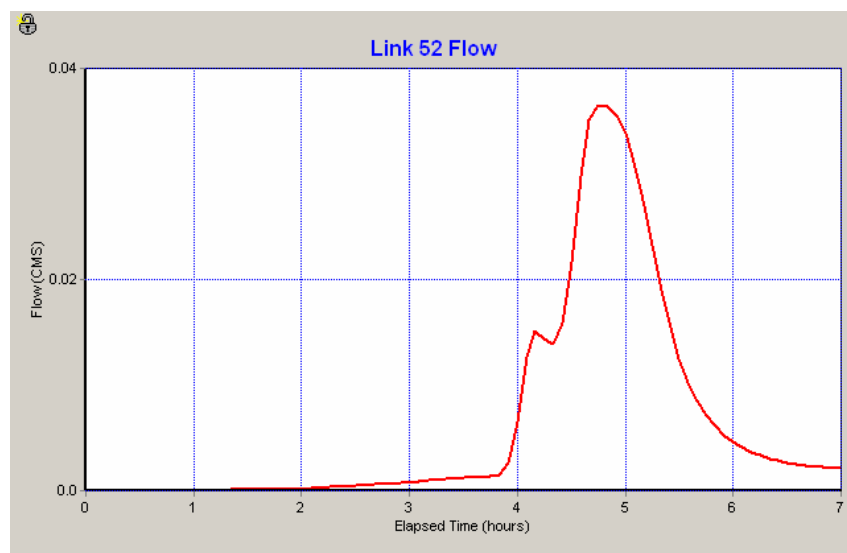
A seguito della bassa pendenza del sistema di drenaggio analizzato, che caratterizza altresì il bacino urbano in cui la rete si trova ad operare, il tempo di corrivazione specifico T_c della rete di drenaggio urbano della località esaminata, inteso come tempo di accesso alla rete più il tempo di percorrenza della goccia caduta nel punto più distante dalla sezione di chiusura del bacino, risulta essere di circa 6 ore così come illustrato nel seguente idrogramma calcolato dal modello di simulazione relativamente ad una sezione posta propri in prossimità della chiusura del bacino analizzato.

In effetti il tempo di corrivazione è ricavabile nel seguente idrogramma sull'asse delle ascisse in corrispondenza del punto in cui la curva rappresentativa delle portate in carico alla rete cambia improvvisamente pendenza disponendosi parallelamente all'asse dei tempi.



La portata massima calcolata dal modello in corrispondenza di una precipitazione di tempo di ritorno decennale risulta essere di circa 80 l/s.

Dall'analisi dell'idrogramma sotto riportato risulta come la tubazione in coda alla rete, in prossimità del punto di immissione nel dispositivo di depurazione, verifichi un grado di riempimento h/d dell'ordine di 0.5 - dove h è l'altezza di moto uniforme in cui si trova la condotta in concomitanza del transito della portata massima e d è il diametro della condotta - evidenziando la possibilità di incremento del carico idraulico specifico sul bacino di monte.



Da tutto ciò se ne deduce che eventuali incrementi del carico idraulico sulla rete di Solara dovuti a ulteriori future impermeabilizzazioni potranno essere recapitate nelle sezioni terminali della rete di drenaggio senza incorrere in particolari problematiche di sovraccarico idraulico.

- Villavara: officiosità idraulica delle reti analizzate

La rete di drenaggio urbano della località Villavara risulta essere caratterizzata da due dorsali che confluiscono in un unico sbocco nel sistema idrografico ricevente.

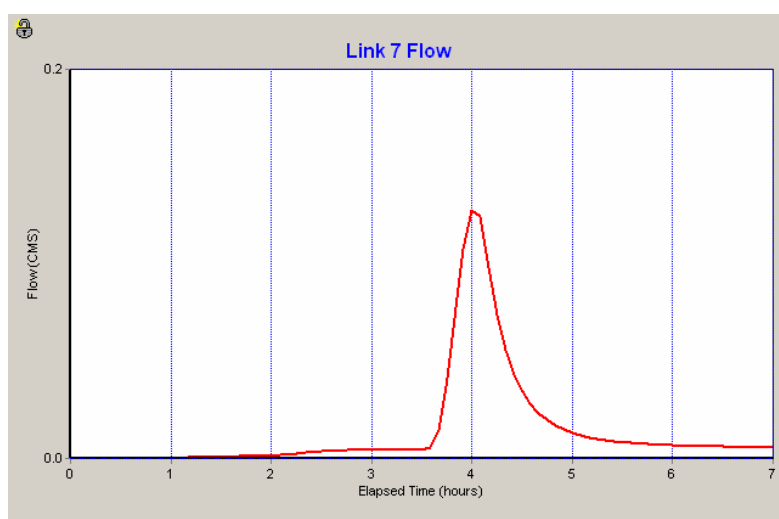
La rete di drenaggio si sviluppa da quota 25.5 m s.l.m. fino a quota 25.1 m s.l.m. lungo quota a cui il sistema di drenaggio recapita le proprie acque reflue nell'ambiente.

La rete risulta esser caratterizzata da diametri che nelle tratte apicali misurano spechi di 200 mm di diametro e via via scalano fino a diametri dell'ordine di 600 mm e 800 mm in esercizio nelle tratte terminali.

Allo stato attuale di conoscenza delle reti non sembrano essere in funzione manufatti idraulici speciali quali scolmatori se non in prossimità delle sezioni terminali della rete di drenaggio. La rete principale verifica uno sviluppo di circa 1200 metri che risultano essere dislocati su un bacino che, verificando un dislivello di circa 0.4 metri tra zona apicale e sezione di chiusura, dispone di una pendenza di esercizio media inferiore allo 0.1%.

A seguito della bassissima pendenza del sistema di drenaggio analizzato, che caratterizza altresì il bacino urbano in cui la rete si trova ad operare, il tempo di corrivazione specifico T_c della rete di drenaggio urbano della località esaminata, inteso come tempo di accesso alla rete più il tempo di percorrenza della goccia caduta nel punto più distante dalla sezione di chiusura del bacino, risulta essere inferiore di 60 minuti così come illustrato nel seguente idrogramma calcolato dal modello di simulazione relativamente ad una sezione posta propri in prossimità della chiusura del bacino analizzato.

In effetti il tempo di corrivazione è ricavabile nel seguente idrogramma sull'asse delle ascisse in corrispondenza del punto in cui la curva rappresentativa delle portate in carico alla rete cambia improvvisamente pendenza disponendosi parallelamente all'asse dei tempi.



La portata massima calcolata dal modello in corrispondenza di una precipitazione di tempo di ritorno decennale risulta essere di oltre 120 l/s.

Dall'analisi dell'idrogramma sopra riportato risulta come la tubazione in coda alla rete, in prossimità del punto di immissione nel dispositivo di depurazione, verifichi un grado di riempimento h/d dell'ordine di 0.4 - dove h è l'altezza di moto uniforme in cui si trova la condotta in concomitanza del transito della portata massima e d è il diametro della condotta - evidenziando la possibilità di incremento del carico idraulico specifico sul bacino di monte.

Da tutto ciò se ne deduce che eventuali incrementi del carico idraulico sulla rete di Villavara dovuti a ulteriori future impermeabilizzazioni potranno essere recapitate nelle

sezioni terminali della rete di drenaggio senza incorrere in particolari problematiche di sovraccarico idraulico.

6.2.2.2. Il sistema della depurazione

Avendo a riferimento le informazioni messe a disposizione da AIMAG che gestisce sia la rete fognaria sia gli impianti di depurazioni, si possono rilevare le seguenti principali informazioni.

Lo stato funzionale del sistema depurativo - stato attuale

Impianto Capoluogo

L'impianto serve il capoluogo la frazione di Sorbara e parte del Comune di Bastiglia.

Il sistema depurativo riferito all'impianto capoluogo, alla luce delle risultanze analitiche degli esercizi di trattamento degli ultimi anni è da considerarsi soddisfacente.

I rendimenti depurativi, per la maggior parte delle frazioni inquinanti, sono pari ad oltre il 94 %.

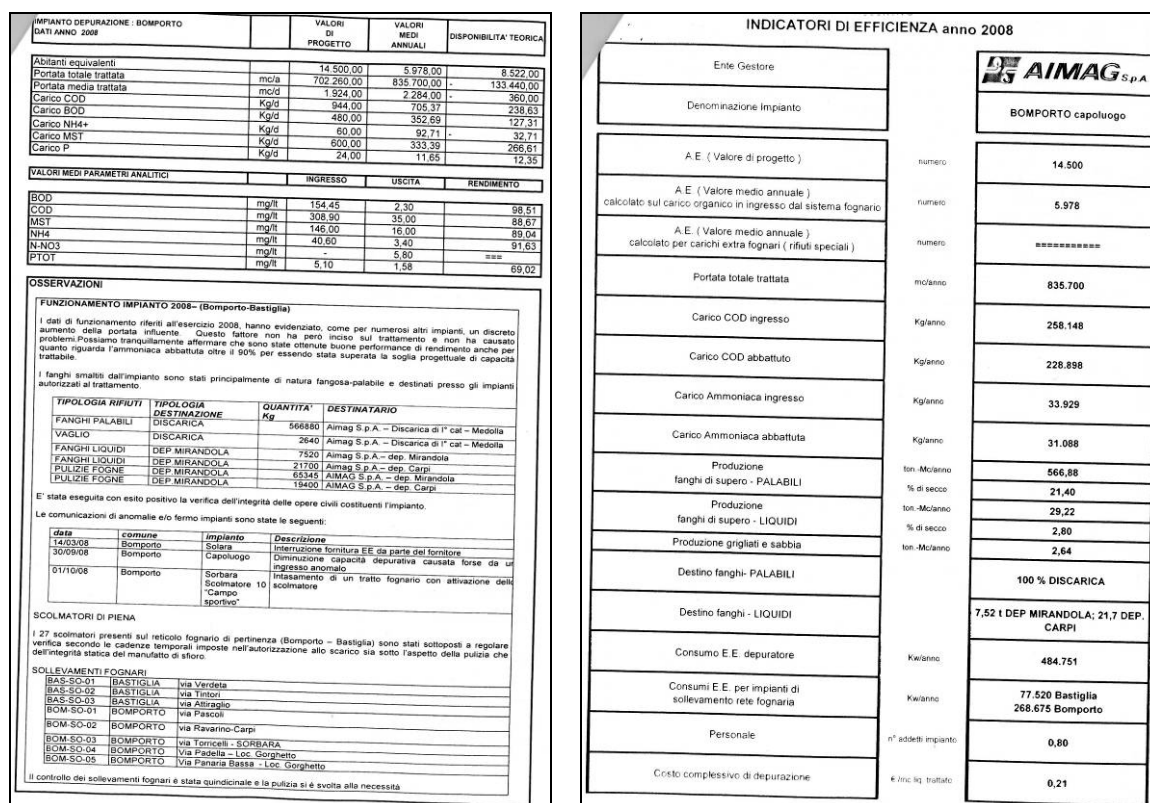


Fig. 6.32 - Schede di funzionamento per l'anno 2008 del depuratore del capoluogo

Questi risultati sono riconducibili agli interventi di adeguamento funzionale e di potenziamento dell'impianto eseguiti a partire dal 2005 e conclusi nel 2007. Le opere realizzate sono state principalmente:

- una linea di laminazione delle punte di carico idraulico ed organico;
- la misurazione di portata in ingresso impianto;
- l'ampliamento del comparto biologico;
- la realizzazione di una seconda linea di sedimentazione finale;

- un nuovo comparto di disinfezione e misurazione della portata;
- un comparto di accumulo, ispessimento dei fanghi di supero;
- il rifacimento di tutta l'impiantistica elettrica, quadri di comando, automazione e supervisione.

L'obiettivo raggiunto è stato quello di aver potenziato la capacità di trattamento da 10.000 a 14.500 Abitanti Equivalenti (A.E.) che in considerazione del contributo di carico organico proveniente dalla rete pari a circa 6.000 A.E. , genera allo stato attuale una disponibilità di trattamento pari ad oltre 8.000 A.E. .

Impianto Solara

L'impianto serve le frazioni di Solara, Gorghetto e San Michele.

Il sistema depurativo riferito all'impianto di depurazione di Solara accusa il raggiungimento delle principali disponibilità teoriche di trattamento sia per quanto riguarda la frazione idraulica-organica che dei principali nutrienti (azoto e fosforo). Nel corso degli ultimi tre anni, l'incremento è stato rispettivamente del 22%, 31% e 113%.

A fronte di questi maggiori contributi, si sono riscontrate buone prestazioni di rimozione dei carichi, ottenendo rendimenti depurativi nella media superiori al 91 %.

Questi positivi risultati si sono potuti ottenere anche grazie agli interventi di adeguamento funzionale e di potenziamento conclusi nel corso del 2005, che hanno determinato opere di ampliamento del bacino biologico fino ad aumentare la capacità teorica depurativa da 1.350 A.E. a 2.000 A.E. .

IMPIANTO DEPURAZIONE SOLARA DATI ANNO 2008				VALORI DI PROGETTO	VALORI MEDI ANNUALI	DISPONIBILITÀ TEORICA
Abitanti equivalenti				2000	2767	787,00
Portata totale trattata	m ³ /a	182500		280572		28072,00
Carico COD	mg/d	500		766,00		266,00
Carico BOD	Kg/d	240		326,49		86,49
Carico NH4-N	Kg/d	135		147,38		12,38
Carico MST	Kg/d	27		47,75		20,75
Carico P	Kg/d	170		163,25		6,75
	Kg/d	7		4,71		2,29

VALORI MEDI PARAMETRI ANALITICI				INGRESSO	USCITA	RENDIMENTO
BOD	mg/l	192,30		12,10		93,71
COD	mg/l	426,00		31,00		92,72
MST	mg/l	213,00		22,00		89,67
NH4	mg/l	62,30		6,60		89,47
N-NO3	mg/l	-		7,30		---
PTOT	mg/l	6,15		1,66		73,01

OSSERVAZIONI

FUNZIONAMENTO IMPIANTO 2008 - (Solara - Bomporto)

Come dimostrato dai dati di funzionamento, si conferma, anche nel 2008, che l'impianto è sottodimensionato. Tuttavia, anche a fronte di un elevato aumento del carico idraulico, l'impianto ha retto, consentendo rimozioni attorno al 90% di tutti gli inquinanti, ad eccezione del fosforo il cui rendimento è comunque stato superiore al 70%.

Si è anche provveduto alla verifica statica di tutte le opere civili costituenti l'impianto, ottenendo risultato positivo.

Nel corso dell'anno non si sono avuti fermi impianti e/o anomalie.

I rifiuti prodotti dall'impianto sono stati i seguenti:

TIPOLOGIA RIFIUTI	TIPOLOGIA DESTINAZIONE	QUANTITÀ Kg	DESTINATARIO
FANGHI LIQUIDI	DEPURATORE	36970	AIMAG S.p.A. - Depuratore di Carpi
FANGHI LIQUIDI	DEPURATORE	109045	AIMAG S.p.A. - Depuratore di Mirandola
FANGHI PALABILI	DISCARICA	79920	AIMAG S.p.A. - Discarica di Medolla
PULIZIA DELLA FOGNATURA	DEPURATORE	57135	AIMAG S.p.A. - Depuratore di Mirandola
VAGLIO	DISCARICA	180	AIMAG S.p.A. - Discarica di Medolla

SCOLMATORI DI PIENA
Vedi note sul capoluogo

SOLLEVAMENTI FOGNARI
Vedi note sul capoluogo

INDICATORI DI EFFICIENZA anno 2008			
Ente Gestore			AIMAG S.p.A.
Denominazione Impianto			BOMPORTO - fraz. SOLARA
A.E. (Valore di progetto)	numero		2.000
A.E. (Valore medio annuale) calcolato sul carico organico in ingresso dal sistema fognario	numero		2.767
A.E. (Valore medio annuale) calcolato per carichi extra fognari (rifiuti speciali)	numero		-----
Portata totale trattata	m ³ /anno		280.572
Carico COD ingresso	Kg/anno		119.524
Carico COD abbattuto	Kg/anno		110.826
Carico Ammoniacale ingresso	Kg/anno		17.480
Carico Ammoniacale abbattuto	Kg/anno		15.628
Produzione fanghi di supero - PALABILI	ton-Milano		79,92
% di secco	% di secco		19,70
Produzione fanghi di supero - LIQUIDI	ton-Milano		146,02
% di secco	% di secco		2,70
Produzione grigliati e sabbia	ton-Milano		0,18
Destino fanghi- PALABILI			100 % DISCARICA
Destino fanghi - LIQUIDI			109,045 t DEP. MIRANDOLA; 36,97 t DEP. CARPI
Consumo E.E. depuratore	Kwh/anno		128.901
Consumi E.E. per impianti di sollevamento rete fognaria	Kwh/anno		6.686
Personale	n° addetti impianto		0,42
Costo complessivo di depurazione	€ inc. iug. trattato		0,19

Fig. 6.33 - Schede di funzionamento per l'anno 2008 del depuratore di Solara

L'impianto nell'anno 2008 ha funzionato con circa 2800 AE; quindi l'impianto è sottodimensionato. Tuttavia, come detto, anche a fronte di un elevato carico idraulico l'impianto ha ottenuto dei rendimenti depurativi eccellenti, consentendo rimozioni di tutti gli inquinanti.

Presso l'impianto sono inoltre stati realizzati un nuovo sistema di decantazione finale dei fanghi, una linea di accumulo ed ispessimento fanghi, nonché il rifacimento di tutte le strutture elettriche in campo, quadri di comando, automazione e supervisione.

Impianti - Villavara

- Fossa Imhoff - Via per Modena:

I dati di funzionamento recentemente effettuati, hanno manifestato una discreta capacità di trattamento rispetto alla tipologia di trattamento a disposizione.

- Fossa Imhoff - Via Caduti:

A due anni dall'entrata in funzione dell'impianto, i dati ottenuti consentono di confermare che questa imhoff è dimensionata correttamente in funzione dei liquami in ingresso. Gli abbattimenti dei principali inquinanti sono considerevoli per la tipologia di impianto installato.

Lo stato funzionale del sistema depurativo - previsioni

Impianto Capoluogo

Le valutazioni relative alla crescita prevista al 2020 portano a pensare ad un contributo complessivo di 10.000 AE tra Bastiglia e Bomporto, mentre i comparti produttivi secondo le conoscenze attuali comprese quelle riferite ai principali insediamenti vinicoli, saranno quantificabili complessivamente in circa 2.000 A.E. . Il carico influente esistente è valorizzato in circa 6.000 A.E. . Dal comparto di Villavara, ora servito da due fosse Imhoff, si stima un contributo pari a circa 1.000 A.E..

Tutte queste considerazioni portano a pensare di dover prevedere un aumento della potenzialità dell'impianto di depurazione "Capoluogo - Bomporto" pari a 22.000 A.E. .

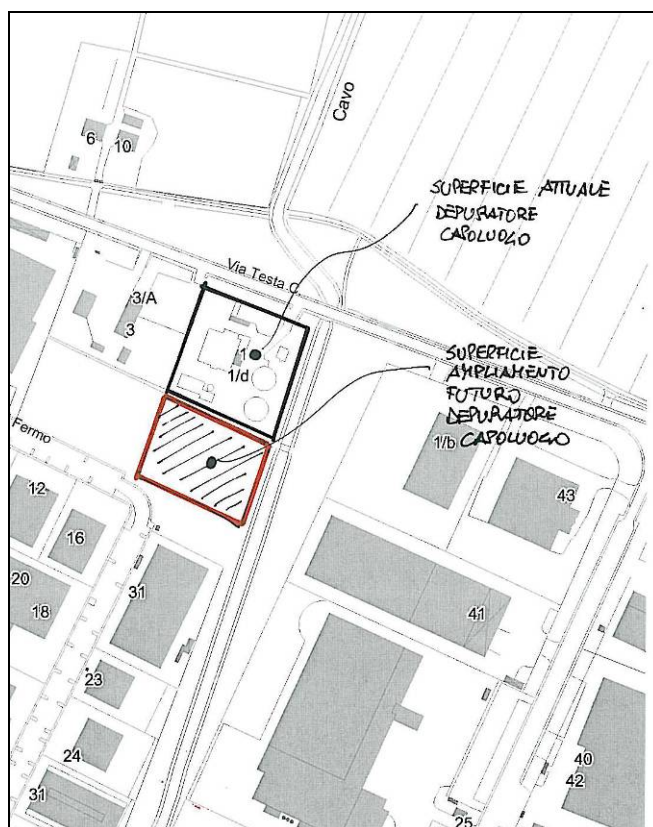


Fig. 6.34 - Ubicazione impianto di depurazione del capoluogo e sua ipotesi di ampliamento

L'area attualmente disponibile all'interno del perimetro di pertinenza non consente la realizzazione di opere che rispondano alle esigenze costruttive di cui alle precedenti conclusioni. In tal senso è necessario pensare ad un ampliamento della superficie impiantistica, con uno sviluppo sul lato sud in fregio al Cavo Fiumicello.

Bomporto - Frazione Solara

Lo sviluppo demografico e produttivo, ancorchè modesto, uniti all'attuale delicata situazione di sovraccarico dell'impianto esistente, fanno porre l'attenzione sulla necessità di prevedere un ampliamento della potenzialità complessiva di trattamento a 4.000 A.E. . Questo obiettivo non è raggiungibile mediante lo sfruttamento della superficie esistente in quanto già totalmente occupata. Sarà quindi necessario ampliare l'area di pertinenza dell'impianto, ottenibile in seguito a logiche di espansione impiantistiche e funzionali, in direzione est.

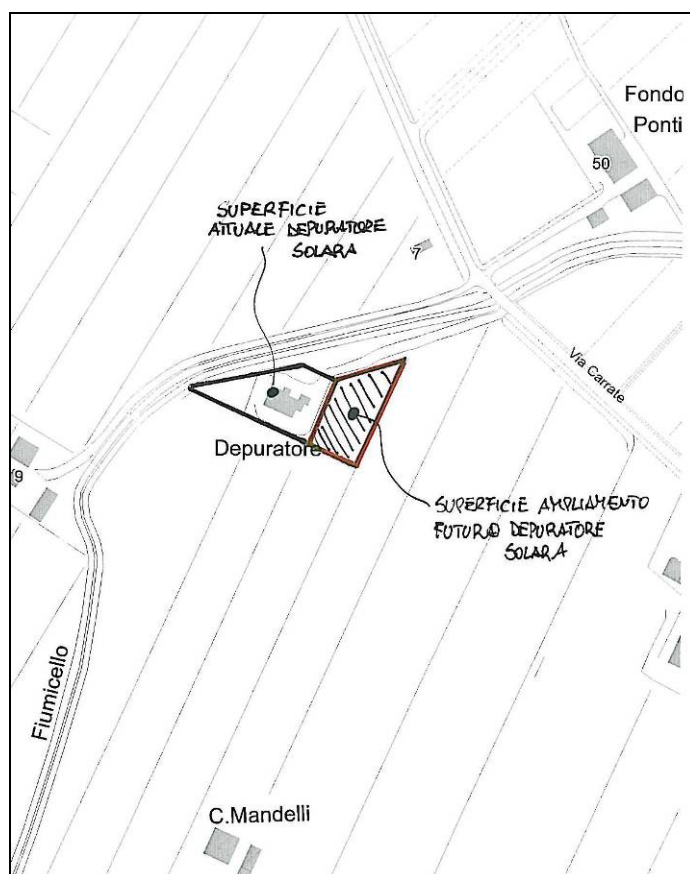


Fig. 6.35 - Ubicazione impianto di depurazione di Solara e sua ipotesi di ampliamento

Nella tavola QC.6/t10 "Sistema fognario", viene riportata la rete fognaria corredata dai principali manufatti idraulici (sollevamenti, scolmatori, depuratori, ecc.); vengono inoltre evidenziati i perimetri aggiornati al 2008 degli agglomerati urbani.

6.2.3 Acque sotterranee

6.2.3.1 Struttura idrogeologica

Per la comprensione del modello idrogeologico della pianura è necessario fare riferimento a quanto illustrato nel capitolo relativo alla struttura geologica della pianura, in particolare al modello deposizionale della pianura alluvionale stessa.

La Pianura Padana, nel suo complesso è un grande bacino sedimentario, caratterizzato da notevole subsidenza, sede di sedimentazione marina fino a tutto il Quaternario antico, mentre dall'Olocene (Quaternario recente) è stato colmato dai depositi morenici e fluvio-glaciali, lungo il margine alpino e da depositi fluviali negli altri settori.

In particolare, per quanto riguarda specificatamente il settore emiliano, la pianura alluvionale vede la presenza di sedimenti ghiaiosi indifferenziati in matrice sabbiosa e/o limosa, nella zona di alta pianura, a cui si intercalano, verso nord, strati di materiali fini, presenti sino poco a N delle città di Parma, Reggio Emilia e Modena e di dominio appenninico; nella media pianura sono presenti sedimenti pelitici con intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose, ad estensione complessivamente ridotta, intercalate in sequenze prevalenti limo-argillose con trasmissività molto bassa, ancora riferibili ai corsi d'acqua appenninici, fino alla direttrice Busseto-Novellara-Concordia-Mirandola, a nord della quale prevalgono i sedimenti sabbiosi depositi dal F. Po, con un acquifero a sabbie prevalenti, idrogeologicamente connesso con il fiume stesso.

PRINCIPALI UNITÀ STRATIGRAFICHE					ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE																
AFFIORANTI		SEPOLTE					GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO															
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI CASTELVETRO UNITÀ DI VILLA DEL BOSCO	UNITÀ DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITÀ DI BORGO PANICALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A1								
															A2								
															A3								
															A4								
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE DI MONTERICCO FORMAZIONE DI TERRA DEL SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLEOCENE MEDIO - SUPERIORE	3.55	PLEOCENE INFERIORE MIOCENE	B	B1
																							B2
																							B3
																							B4
P2	FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL PLEOCENE MEDIO-SUPERIORE	PLEOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.89	~1.72	~3.3-3.6	~3.9	C	C1														
									C2														
									C3														
									C4														
															C5								
ACQUITTARIO BASALE																							

prevalentemente da limi e argille. L'acquifero principale, inteso come quello solitamente sfruttato, si presenta quindi generalmente compartimentato, con una potenzialità idrica complessivamente molto scarsa, con valori di trasmissività molto bassi; in superficie (entro i primi 10 m) è frequente riscontrare livelli acquiferi sospesi, di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e dotati di acque scadenti.

Secondo le recenti ricerche condotte negli ultimi anni dall'Ufficio Geologico della RER²⁹, nel sottosuolo della Regione Emilia Romagna si riconoscono tre Gruppi Acquiferi, separati da barriere di permeabilità, ad estensione regionale, denominati Gruppo Acquifero A, B, e C (Fig. 6.36).

Gli scambi idrici tra i tre gruppi acquiferi sono contenuti, salvo che nella stretta fascia collinare, sede delle aree di ricarica.

I tre gruppi acquiferi sono suddivisi in tredici unità idrostratigrafiche inferiori, denominate complessi acquiferi. La distinzione tra gruppo acquifero e complesso acquifero è effettuata sulla base del volume immagazzinato (maggiore nel primo), oltre che sullo spessore e sulla continuità areale dei livelli impermeabili delle diverse unità.

L'acquitrando basale rappresenta l'insieme delle unità impermeabili che costituiscono il limite della circolazione idrica sotterranea e che si estendono al di sotto della Pianura Padana ed emergono lungo il margine appenninico. Si tratta, per questo settore della Pianura Padana, delle già menzionate Argille Azzurre (Fig. 6.30).

Il Gruppo Acquifero A, attualmente sfruttato in modo intensivo, è costituito da ghiaie e conglomerati, sabbie e peliti di terrazzo e conoide alluvionale organizzati in strati lenticolari di spessore estremamente variabile, da alcune decine di centimetri a svariati metri, in genere costituiti da un letto di conglomerati eterometrici ed eterogenei, con matrice sabbiosa, talora disorganizzati, talora embriciati, generalmente poco cementati, e da un tetto sabbioso-limoso. La base degli strati è fortemente erosiva. Sono presenti paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri. Il contatto con le unità idrogeologiche sottostanti B e C e le unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. L'età di questo Gruppo Acquifero A è Pleistocene medio-Olocene.

Il Gruppo Acquifero B, sfruttato solo localmente, è costituito da prevalenti argille limose di pianura alluvionale con talora intercalati livelli discontinui di ghiaie e conglomerati eterometrici ed eterogenei e sabbie; sono anche presenti alcuni paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri.

Il contatto sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al Pleistocene medio.

Il Gruppo Acquifero C, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato ed è formato da depositi di delta-conoide e marino-marginali costituiti da prevalenti sabbie e areniti, generalmente poco cementate o con cementazione disomogenea, ben selezionate con granulometria media e fine, talora grossolana, in genere ben stratificate e con evidente laminazione incrociata. Spesso sono massive e ricche in bioclasti, con frequenti intercalazioni, da sottili a molto spesse, di conglomerati eterogenei ed eterometrici e di peliti. La potenza dell'unità in affioramento raramente è maggiore di cento metri. Il contatto, sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è generalmente netto, di tipo erosivo ed in discordanza angolare. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al Pliocene inferiore - Pleistocene medio.

²⁹ REGIONE EMILIA ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*

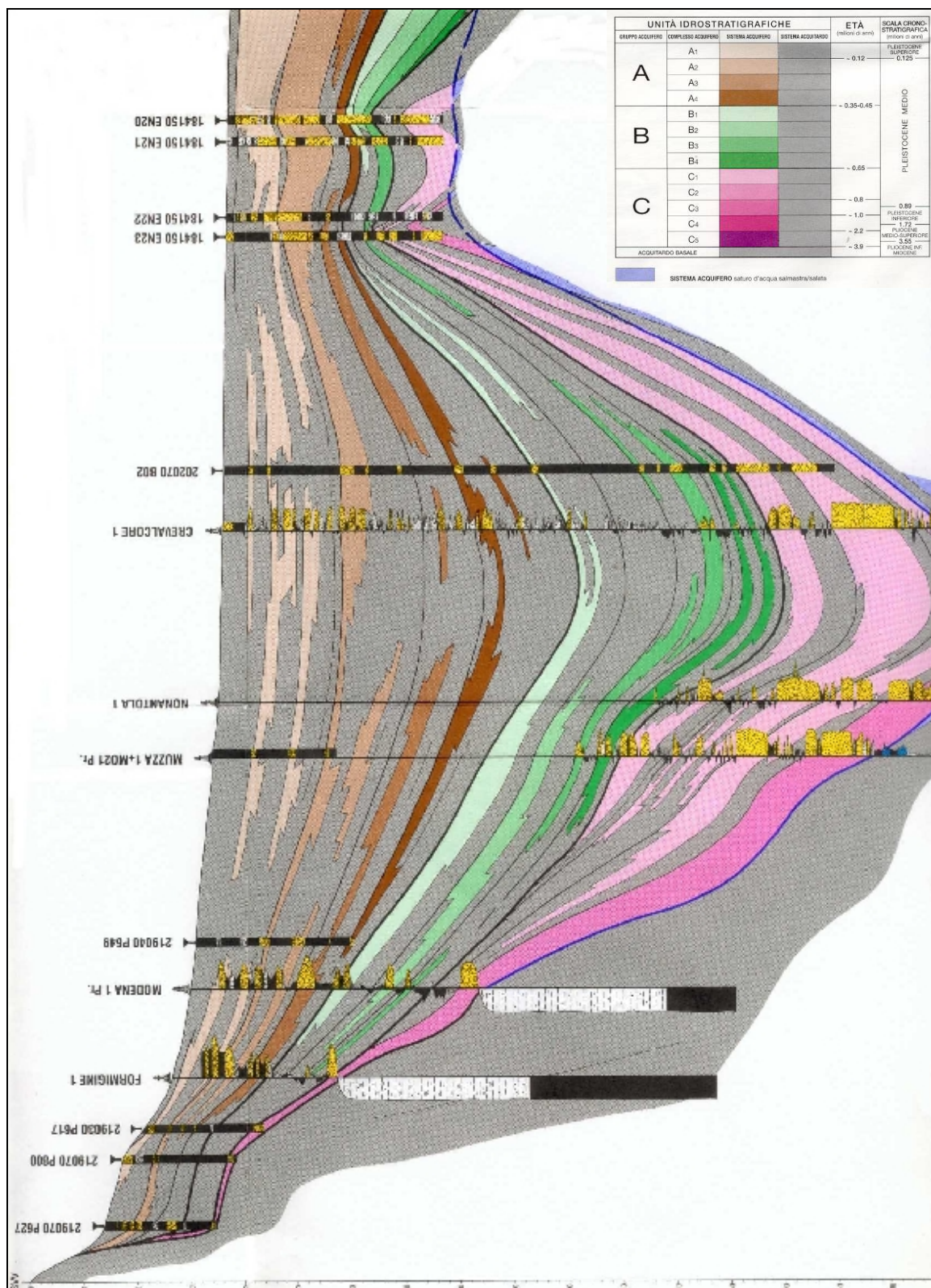


Fig. 6.37 - Sezione idrostratigrafica - R.E.R. & Eni-Agip (1998) - Sezione idrostratigrafica - R.E.R. & Eni-Agip (1998)

A fare da Aquitardo Basale alle sovrastanti unità idrogeologiche c'è un insieme di Unità complessivamente impermeabili che, estendendosi nel sottosuolo della pianura ed affiorando sul Margine Appenninico Padano, costituiscono il limite della circolazione idrica-sotterranea qui presente; si riconoscono una prima unità costituita da orizzonti limo-argillosi e subordinatamente sabbiosi con intercalazioni torbose, correlabili a depositi

continentali delle formazioni medio pleistoceniche-oloceniche, avente spessori complessivi compresi tra gli 80 e i 400 m., un'unità formata da argille con intercalazioni sabbiose, riconducibile al Quaternario marino, generalmente permeato da acque salmastre, la cui base ha un andamento con profondità mediamente pari a 2.500-3.000 m, ed un'unità basale comprendente le formazioni del Pliocene e Miocene, costituita da orizzonti argillosi, marnosi, sabbioso-arenacei, con presenza di straterelli gessosi e/o calcareo-arenacei, di ambiente deposizionale marino.

Nello specifico dell'area di Bomporto il sottosuolo è caratterizzato da una sequenza monotona di argille e limi prevalenti con sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose discontinue per estensione laterale e verticale; la grande profondità dei pozzi testimonia la scarsa disponibilità di acquiferi consistenti, ospitati in poche e sottili lenti sabbiose.

Nella figura seguente si riportano stralci di due sezioni eseguite nell'intorno dell'area d'indagine ed allegate allo studio "Idrogeologica profondo della pianura modenese" a cura di M. Pellegrini, A. Colombetti e A. Zavatti.

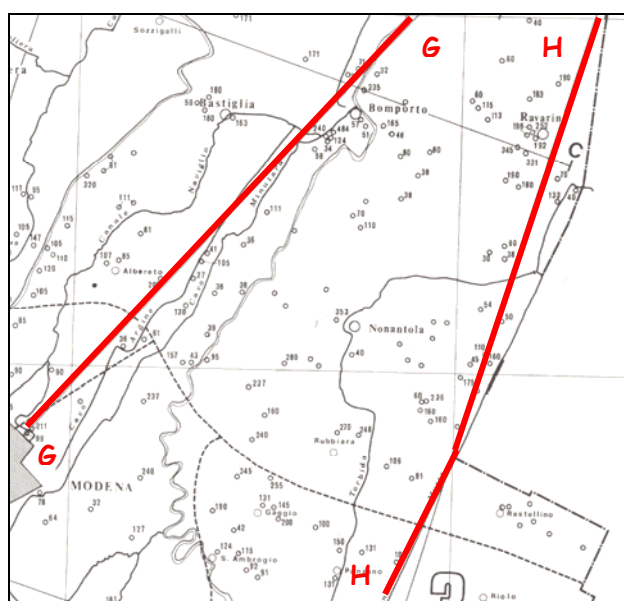


Fig. 6.38 - Ubicazione sezioni idrostratigrafiche - CNR (1976)³⁰

Entrambe le sezioni sono state eseguite in direzione grosso modo N-S e una delle due (sezione G-G) attraversa il territorio di Comporto.

Le sezioni riportate, spinte sino alle profondità di circa 300 m, confermano sostanzialmente quanto già detto in precedenza; l'area di Bomporto è contraddistinta da sedimenti prevalentemente fini, all'interno dei quali s'intercalano sottili livelli di sabbie e sabbie limose, sede di limitati acquiferi.

Come si può notare sia nella sezione G che nella sezione H, le lenti costituite dai sedimenti più grossolani si esauriscono poco a monte della via Emilia, interessando il sottosuolo delle città di Modena e Castelfranco.

³⁰ CNR (1976) a cura di M. Pellegrini, A. Colombetti e A. Zavatti - "Idrogeologica profondo della pianura modenese"

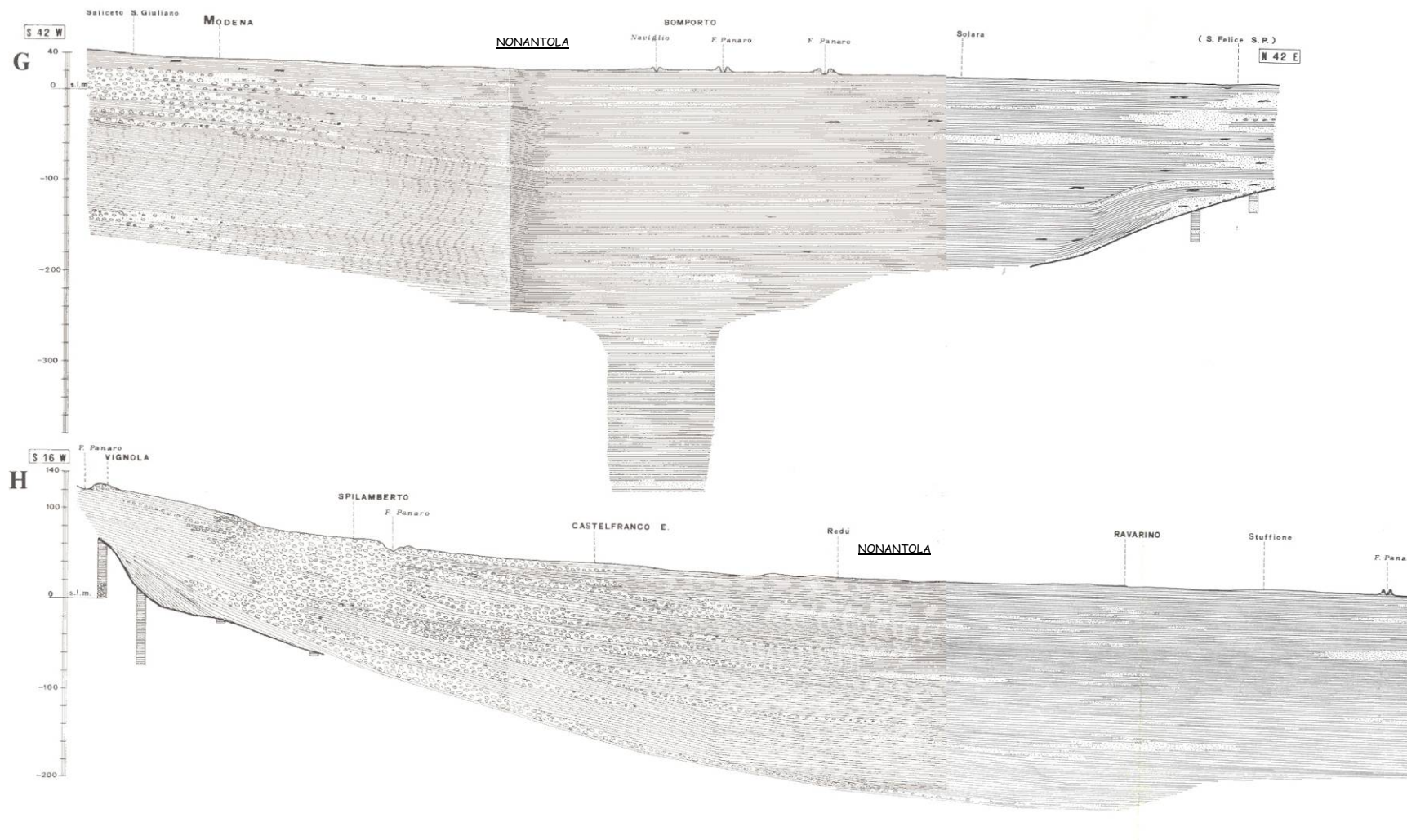


Fig. 6.39 - Sezioni idrostratigrafiche G-G e H-H - CNR (1976)

6.2.3.2 Idrochimica

L'acquifero di questo settore di pianura risulta essere di modesto interesse, oltre che dal punto di vista quantitativo, anche da quello qualitativo; infatti, le facies idrochimiche, a causa dei lunghi tempi di permanenza dell'acqua nel serbatoio e dei potenziali ossido-riduttivi che le caratterizzano, sono tipiche di acque modificate ed inidonee al consumo umano.

Per una caratterizzazione idrochimica delle acque sotterranee si è fatto riferimento ai dati delle rilevazioni analitiche eseguite nell'ambito del periodico controllo sulla rete di I° grado, attivata dalla Regione Emilia Romagna e integrata a livello provinciale da parte dell'ARPA Sez. Prov.le di Modena; sui pozzi della rete di monitoraggio, vengono effettuate rilevazioni idrochimiche e piezometriche ed in particolare, ad oggi, la rete di monitoraggio regionale prevede due campionamenti annuali chimico-fisici e microbiologici oltre al rilevamento del livello piezometrico, mentre per la rete provinciale è previsto il rilievo della piezometria oltre che un campionamento chimico-fisico dei soli parametri di base previsti dalla normativa. Per 15 punti di monitoraggio della rete regionale, per i quali si è registrata una elevata variabilità piezometrica, sono previste misure del livello di falda con frequenza trimestrale. Per il territorio comunale ci si è avvalsi dei dati, relativi ai pozzi MO 11-00 e MO 12-01, entrambi appartenenti alla rete di monitoraggio regionale; i dati riferiti al 2003-2004 sono contenuti nel "Report sulle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena (7ª relazione biennale) - Anni 2003 - 2004³¹" a cura di Arpa sezione provinciale di Modena, quelli relativi al 2005 (quando disponibili), sono invece allegati al "Quadro conoscitivo - Allegato 3 - quadro conoscitivo in relazione al tema delle acque" del PTCP 2009 (Approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n° 46 del 18 marzo 2009).

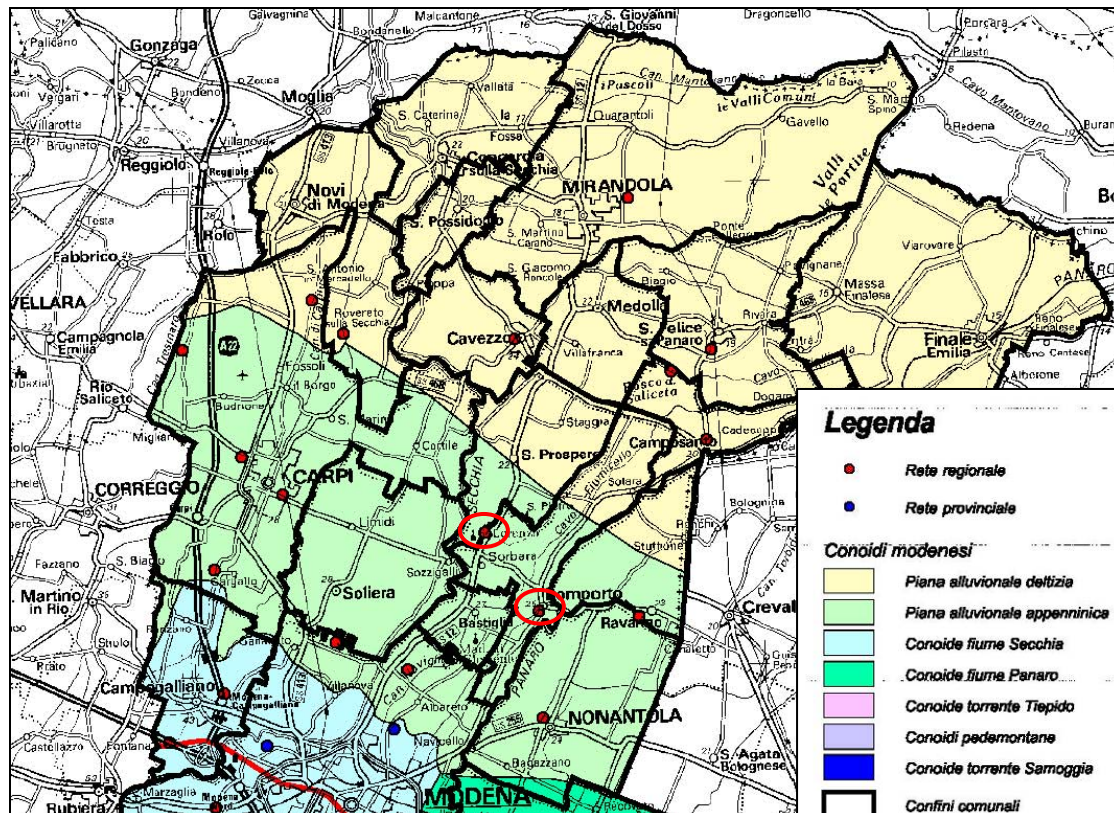


Fig. 6.40 - Rete di monitoraggio

³¹ MANZIERI A.M., BORALDI V. (a cura di) - Report sulle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena (7ª relazione biennale) - Anni 2003 - 2004

I due pozzi sono ubicati, l'uno in prossimità del centro abitato di Bomporto, l'altro nei pressi della frazione di Sorbara.

Nelle figure seguenti si riportano le informazioni relative ai pozzi suddetti, che raggiungono rispettivamente la profondità di 120 m (pozzo MO 12-01) e 143 m (pozzo 11-00) e captano entrambi l'acquifero A.

Le informazioni esistenti sui pozzi selezionati per la costruzione delle reti di monitoraggio regionale e provinciale, relativamente a profondità, caratteristiche tecniche relative a log stratigrafico, conoscenza della posizione del tratto filtrante, hanno consentito di effettuare l'attribuzione dei singoli punti di misura, agli acquiferi A, B e C individuati all'interno del lavoro "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna", già descritti in precedenza.

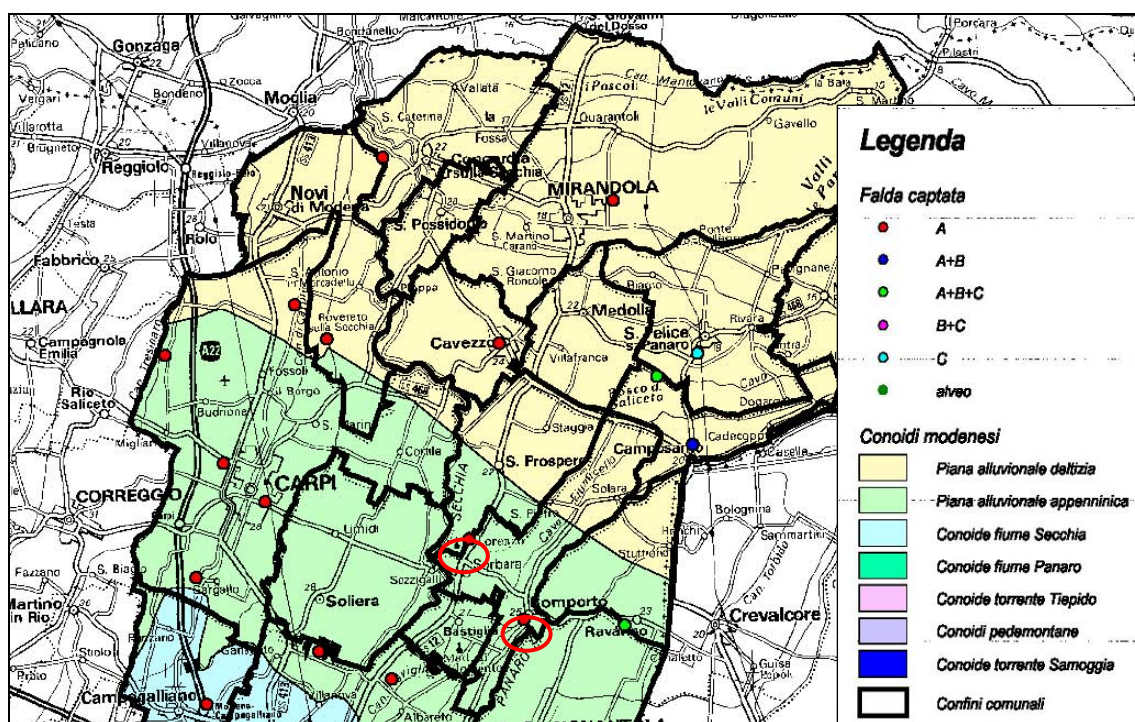
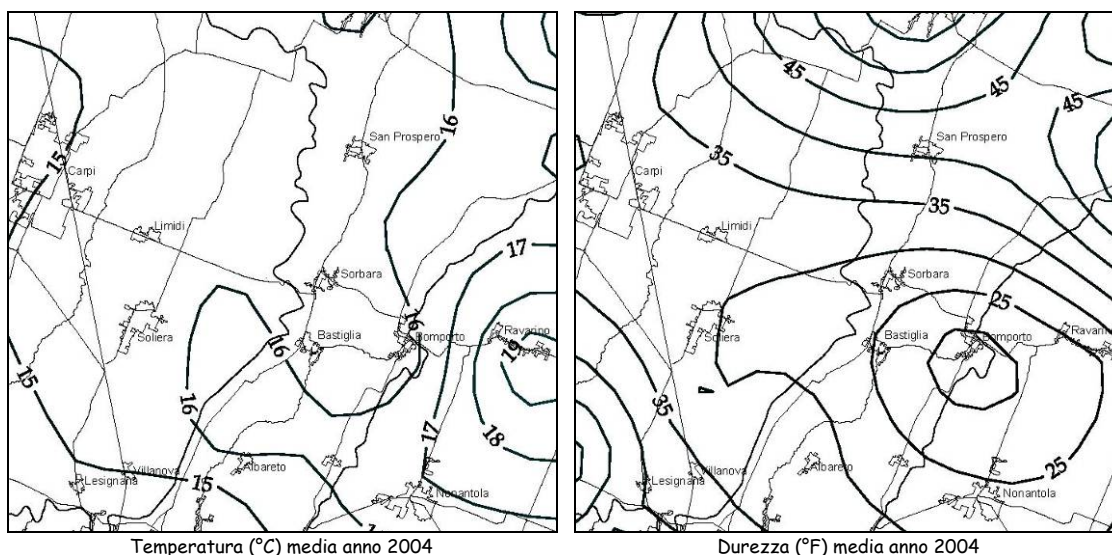
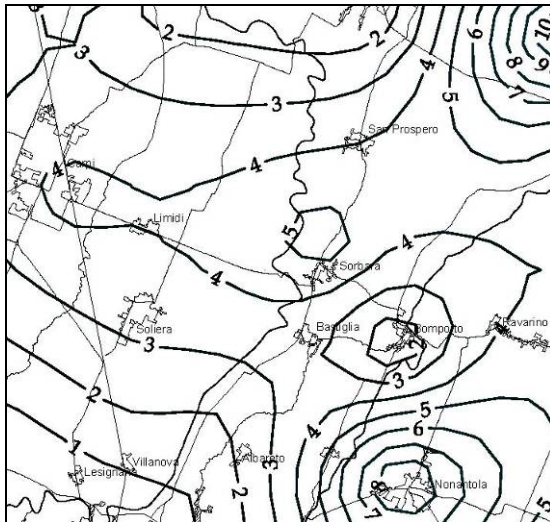


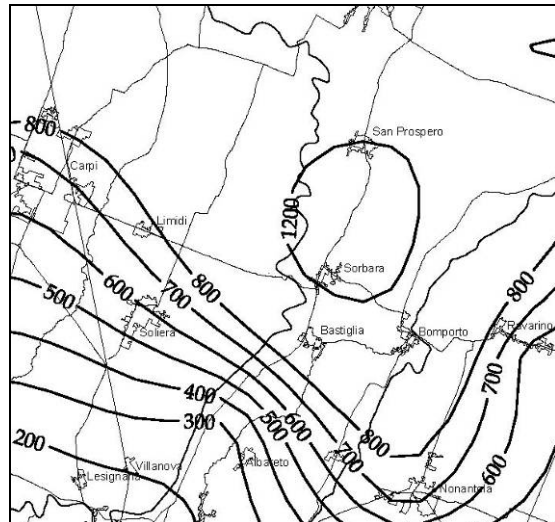
Fig. 6.41 - Acquiferi captati

Di seguito si riportano i dati completi relativi alla qualità delle acque sotterranee per il periodo 2004 e 2005, per i soli parametri per i quali il PTCP riporta l'elaborazione.

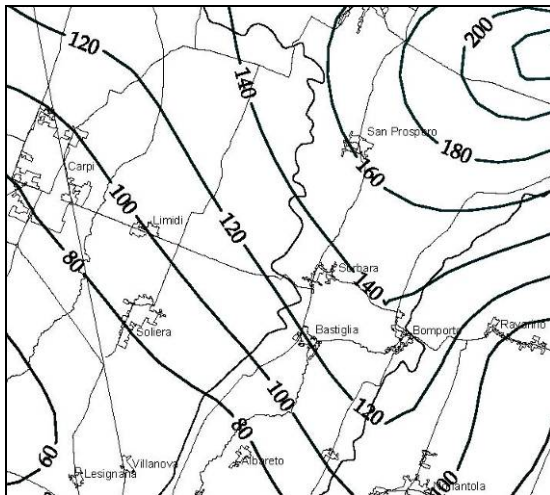




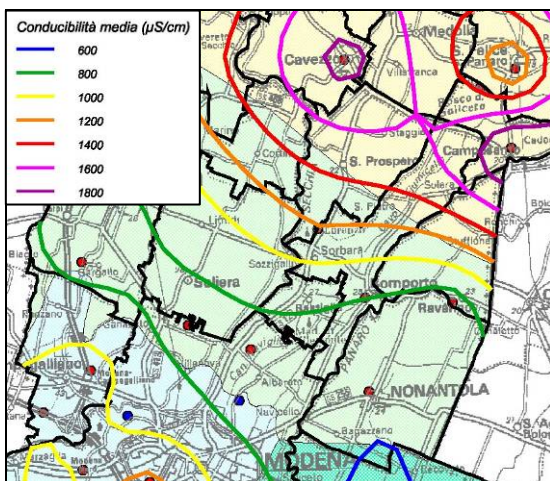
Ammoniac (mg/l) media anno 2004



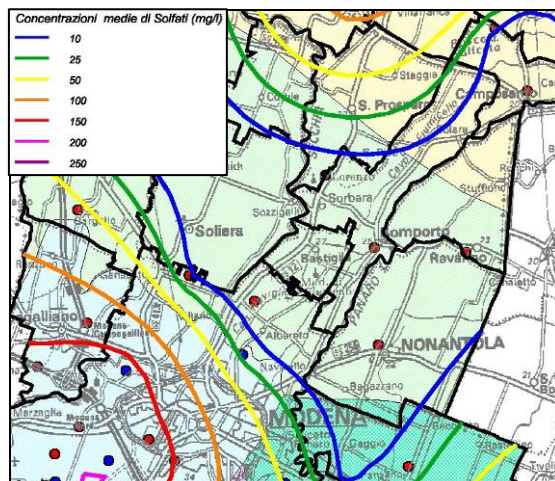
Boro (µg/l) media anno 2004



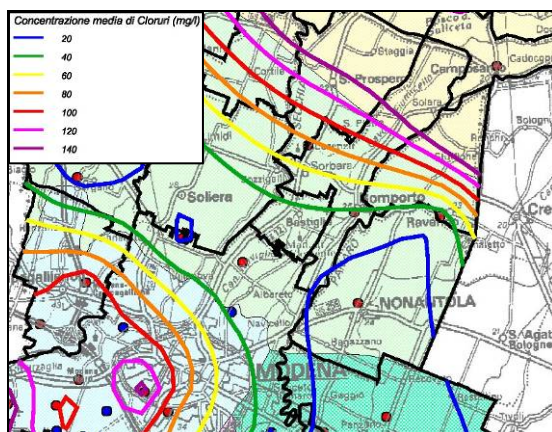
Sodio (mg/l) media anno 2004



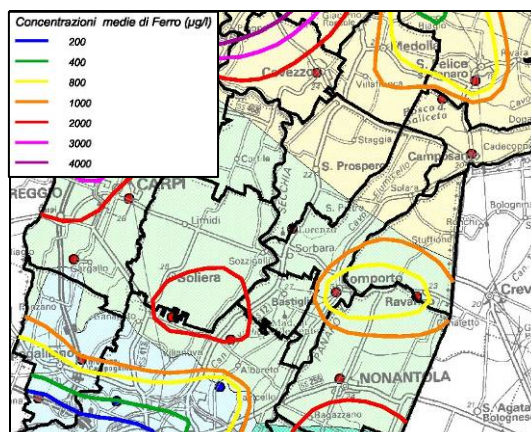
Conducibilità (µS/cm) media anno 2005



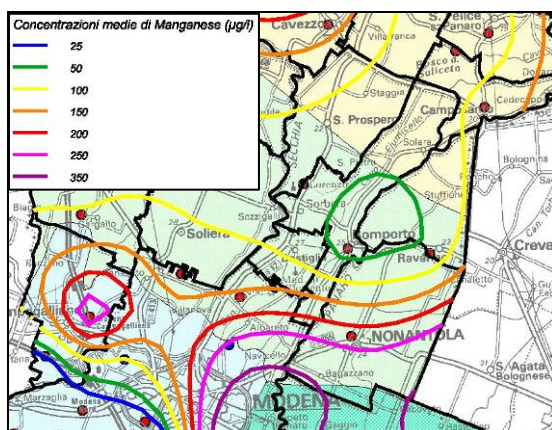
Solfati (mg/l) media anno 2005



Cloruri (mg/l) media anno 2005



Ferro (µg/l) media anno 2005



Manganese (µg/l) media anno 2005

Temperatura - Si rileva una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi; la variazione termica rilevata nel 2004, oscilla da un minimo di 16°C ad un massimo di 17°C, spostandosi da ovest verso est;

Conducibilità elettrica specifica - Indice del contenuto salino delle acque, presenta valori compresi tra 800 µS/cm, nella zona meridionale sino a massimi di 1800 µS/cm imputabili ad una diffusione delle salamoie di fondo sino alla superficie ed in misura minore alla mobilitazione ionica causata dall'ambiente riducente;

Solfati - Presentano valori pressoché omogenei sull'intero territorio, mediamente inferiori a 10 mg/l; valori tra 10 e 20 mg/l si rilevano solamente nella zona nord-occidentale del territorio; i valori risultano in accordo con quanto si riscontra in tutta la media pianura modenese, dove a seguito delle condizioni redox degli acquiferi si registra una netta diminuzione della concentrazione dei solfati;

Cloruri - A differenza dei solfati, presentano valori minimi nella zona meridionale (20 mg/l) via via crescenti spostandosi verso nord, fino a raggiungere valori massimi di 140 mg/l nella zona settentrionale; nella bassa pianura è evidente la miscelazione delle acque salate con le falde acquifere dolci, ben rilevata dalle elevate concentrazioni dei cloruri;

Sodio - L'andamento delle isocrone del sodio riflette quanto osservato per i cloruri; i valori variano dai 100 mg/l della zona meridionale ai 160 mg/l in quella settentrionale;

Composti azotati - Le condizioni redox degli acquiferi, in queste zone di media pianura, a bassa trasmissività, favoriscono la qualità delle acque sotterranee con la progressiva scomparsa delle forme azotate;

Nitrati - Non sono stati evidenziati valori superiori ai limiti;

Ferro e manganese - La presenza di entrambi gli elementi è correlata alle condizioni di basso potenziale redox e quindi di acquiferi a bassa permeabilità. Conseguentemente si riscontrano livelli significativi nella media e bassa pianura, a volte associati a presenza di ammoniaca. Il ferro viene solubilizzato per alterazione dei minerali ferro-magnesi e ferriferi ad opera di organismi riducenti sul terreno agrario. E' la sua forma ridotta (Fe++) ad essere solubile, mentre allo stato ossidato (Fe+++) precipita conferendo alle acque la caratteristica colorazione giallo-rossastra. Da un punto di

vista organolettico conferisce un sapore metallico astringente. La valutazione congiunta della distribuzione spaziale dei due parametri indica una loro non correlazione, sebbene entrambi si mobilitino in ambienti riducenti (il manganese sembra più caratteristico delle acque di recente infiltrazione che non di quelle più antiche). A conferma si segnala, nell'area delle conoidi dei torrenti minori, una evidente prevalenza del manganese rispetto ad una presenza di ferro che costituisce l'elemento maggiormente caratterizzante la media e bassa pianura. In generale, si riscontrano alti valori del Ferro, intorno agli 800-1000 µg/l, mentre il Manganese presenta valori massimi (200 µg/l) nella zona meridionale per poi decrescere progressivamente verso nord con concentrazioni inferiori ai 50 µg/l;

Boro - i valori sono compresi tra 800-1200 µg/l e la sua presenza è presumibilmente correlabile alla matrice argilloso-limosa del serbatoio acquifero;

Metalli (Cadmio, Cromo, Cobalto, Nichel, Mercurio, Selenio) - non sono stati evidenziati valori di concentrazione superiori ai valori soglia stabiliti per legge e quindi i livelli di concentrazione si mantengono ben al di sotto della soglia di attenzione sia ambientale che sanitaria. L'individuazione di tracce di *Arsenico* in aree della bassa pianura, è riconducibile ad una origine "primaria-profonda", legata ai depositi ad elevato contenuto argilloso o di concentrazione biologica primaria; è comunque da escludersi la possibilità di avvenuta contaminazione antropica.

- La classificazione chimica delle acque sotterranee

Ai fini della classificazione chimica si utilizza il valore medio, rilevato per ogni parametro di base nel periodo di riferimento. Lo stato chimico è determinato dalla sovrapposizione dei valori medi di concentrazione dei sette parametri chimici di base; la classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base.

La classificazione individuata a partire dai parametri di base può essere corretta in base ai valori di concentrazione rilevati nel monitoraggio di altri parametri addizionali. In particolare il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia esso inorganico od organico, determina il passaggio alla classe 4 a meno che non sia accertata, per i soli inorganici, l'origine naturale che determina la classe 0.

Di particolare importanza, data la ricaduta che avrà sullo stato ambientale naturale particolare (per il quale non sono previste azioni di risanamento, ma solo azioni atte a evitare il peggioramento dello stato delle acque), è la distinzione delle zone nelle quali una elevata concentrazione sia attribuibile a fenomeni di tipo naturale (attribuzione classe 0), piuttosto che a fenomeni di tipo antropico (attribuzione classe 4); ciò rende necessaria l'introduzione di specifiche conoscenze idrochimiche ed idrodinamiche sul territorio.

Lo stato chimico è rappresentato da cinque classi così come riportato nello schema seguente, sulla base di 7 parametri chimici di base e 33 parametri chimici inorganici ed organici addizionali.

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3

(*) per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

L'elaborazione è condizionata dalla percentuale di attribuzione alla classe 0. L'assegnazione a questa classe è essenzialmente dovuta alla presenza di Ferro e Manganese di origine

naturale, che in ambiente acquoso si mobilitano in relazione alle condizioni redox dell'acquifero.

Nella pianura alluvionale appenninica e padana, in cui si ubica il territorio di Bomporto, la falda presenta caratteristiche riducenti tali da presentare alti valori di manganese, ferro e ione ammonio in tutte le parti del territorio. L'arsenico è presente naturalmente nella piana alluvionale appenninica tra i comuni di Bomporto, Ravarino e Carpi. Tale situazione idrogeologica classifica la quasi totalità dei pozzi presenti in classe 0.

Come si può osservare dall'immagine seguente entrambi i pozzi presi in esame appartengono alla classe 0.

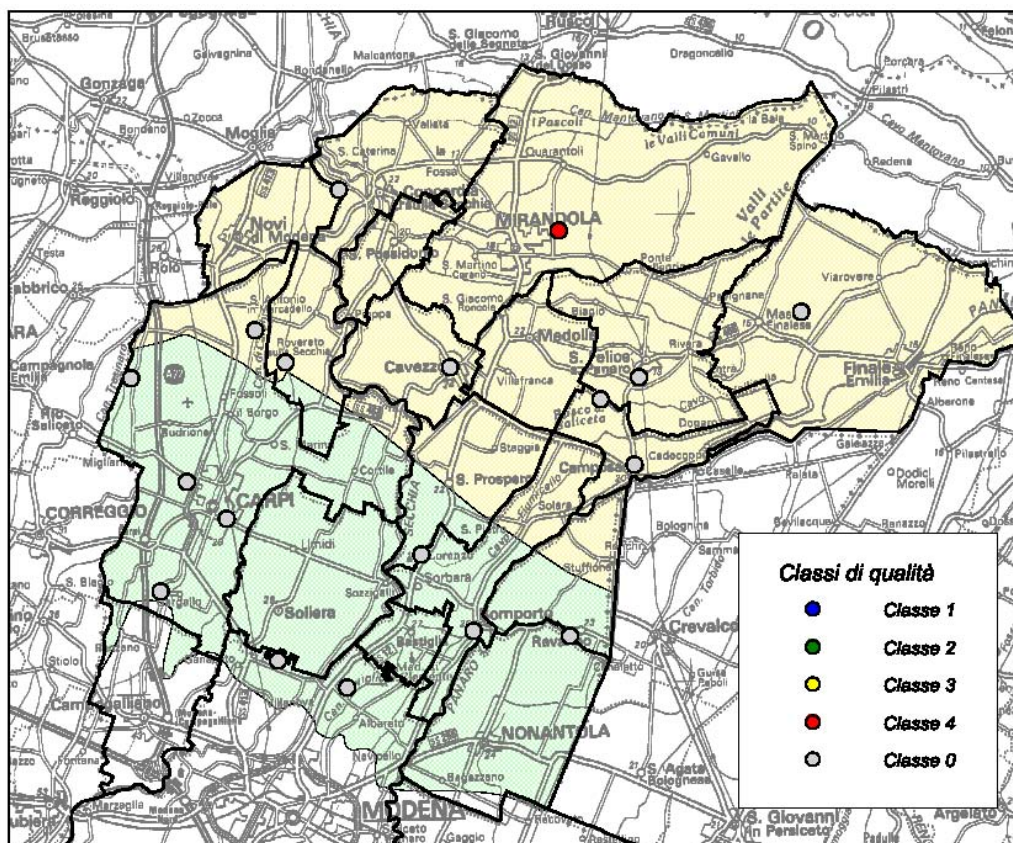


Fig. 6.42 - Classificazione chimica piana alluvionale - anno 2005

- La classificazione quantitativa delle acque sotterranee

Secondo le indicazioni di legge la classificazione quantitativa deve essere basata sulle alterazioni misurate o previste delle condizioni di equilibrio idrogeologico. Nello schema seguente sono riportate le 4 classi che definiscono lo stato quantitativo. Dalle definizioni risulta evidente l'importanza che riveste, per il mantenimento delle condizioni di sostenibilità nell'utilizzo della risorsa sul lungo periodo, la conoscenza dei termini che concorrono alla definizione del bilancio idrogeologico dell'acquifero, comprendendo tra questi quello dovuto agli emungimenti e quello rappresentativo dell'impatto antropico, nonché la conoscenza delle caratteristiche intrinseche e di potenzialità dell'acquifero.

Partendo quindi dalla considerazione che un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio idrogeologico quando la condizione di sfruttamento che su di esso insiste è minore in rapporto alle proprie capacità di ricarica, si identificano, ai fini della classificazione quantitativa, da un lato i fattori che ne descrivono le caratteristiche intrinseche (tipologia di acquifero, spessore utile, permeabilità e coefficiente di immagazzinamento) e dall'altro quelli che sono rappresentativi del livello di sfruttamento (prelievi, trend piezometrico). I primi rappresentano l'acquifero in termini di potenzialità

idrodinamica, modalità e possibilità di ricarica, mentre tra i secondi i prelievi sono descrittivi dell'impatto antropico sulla risorsa e il trend della piezometria individua indirettamente il rapporto ricarica/prelievi ovvero il deficit idrico.

Per la classificazione quantitativa viene fatto riferimento alle serie storiche di dati piezometrici relative alla rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, che insiste sul territorio regionale dal 1976. Attraverso le serie storiche è stato possibile calcolare il trend della piezometria e successivamente, attraverso il coefficiente di immagazzinamento, è stato calcolato il deficit idrico o il surplus idrico di una porzione di territorio di 1 kmq all'interno del quale ricade il pozzo. Sono stati classificati in classe A i pozzi o celle aventi un surplus idrico o deficit idrico nullo, in classe B quelli con deficit idrico fino a 10.000 mc/anno e in classe C quelli con deficit idrico superiore (vedi schema seguente). L'anno di riferimento per la classificazione quantitativa è il 2002.

Classe A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
Classe B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo.
Classe C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti ⁽¹⁾ .
Classe D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

⁽¹⁾ nella valutazione quantitativa bisogna tener conto anche degli eventuali surplus incompatibili con la presenza di importanti strutture sotterranee preesistenti.

Per il settore di pianura in cui è ubicato il territorio comunale di Bomporto si registra una situazione sostanzialmente stazionaria, con lievi abbassamenti della piezometria nel trend di lungo periodo, nella zona sud ed un lieve innalzamento nella zona settentrionale. I prelievi ad uso acquedottistico da falda sono sostanzialmente assenti.

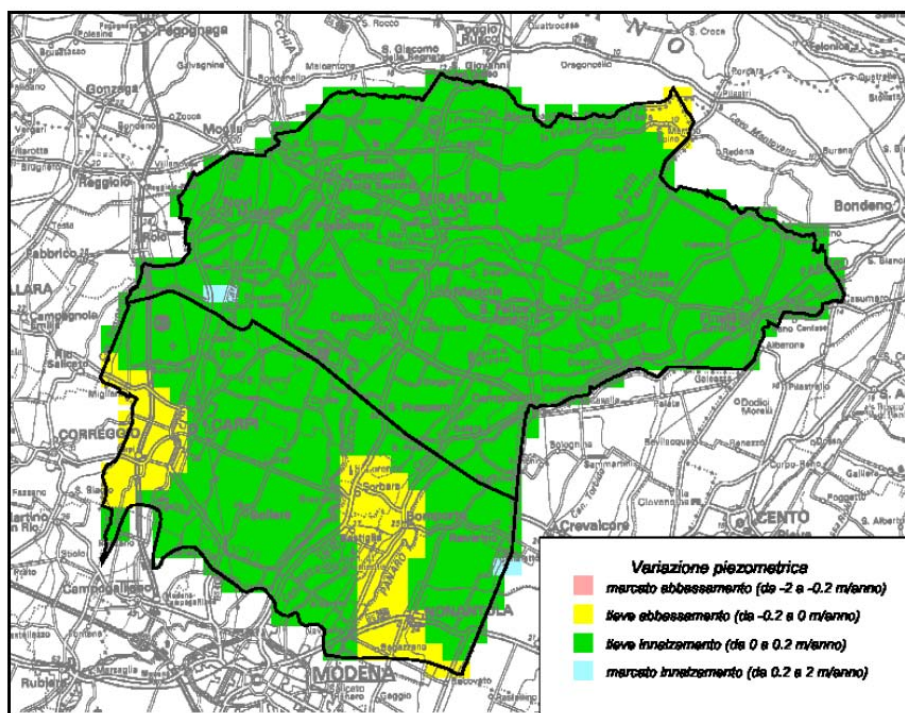


Fig. 6.43 - Carta della variazione piezometrica - trend medio 1976-2005

L'analisi delle variazioni piezometriche e la successiva classificazione quantitativa della piana alluvionale appenninica e padana, non rileva problematiche di abbassamenti della falda e di deficit idrici. Il territorio comunale viene classificato, per la zona meridionale, ad impatto antropico ridotto (classe B), per la restante parte ad impatto antropico nullo o trascurabile (classe A); se per le zona classificate in classe A si rilevano pertanto condizioni di equilibrio idrogeologico, per le aree in classe B, si registrano moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza tuttavia verificarsi condizioni di sovrasfruttamento idrico.

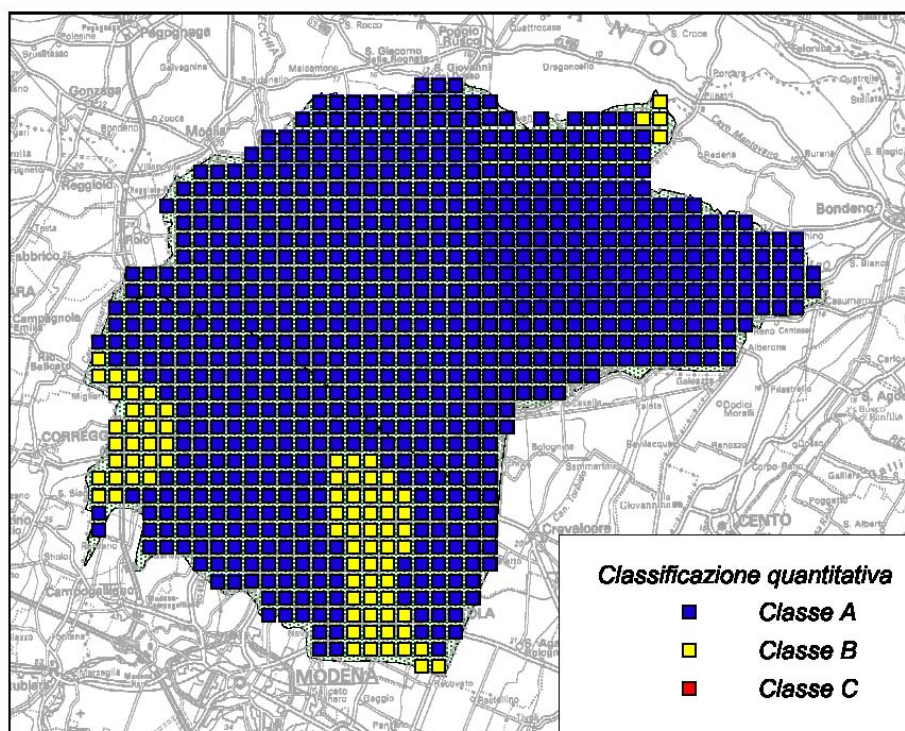


Fig. 6.44 - Classificazione quantitativa anno 2005 della piana alluvionale

- La classificazione ambientale delle acque sotterranee

La classificazione ambientale delle acque sotterranee è definita dalle cinque classi riportate nello schema seguente e prevede la valutazione integrata delle misure quantitative (livello piezometrico, portate delle sorgenti o emergenze naturali delle acque sotterranee) e delle misure qualitative (parametri chimici).

Di seguito si riportano le combinazioni fra classificazione qualitativa (classi da 0 a 4) e quantitativa (A, B, C, D) che definiscono lo stato ambientale.

ELEVATO	Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare;
BUONO	Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa;
SUFFICIENTE	Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento;
SCADENTE	Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento;
NATURALE PARTICOLARE	Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano limitazioni d'uso della risorsa per la presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo.

I pozzi presi a riferimento per il territorio comunale vengono definiti a stato ambientale "particolare".

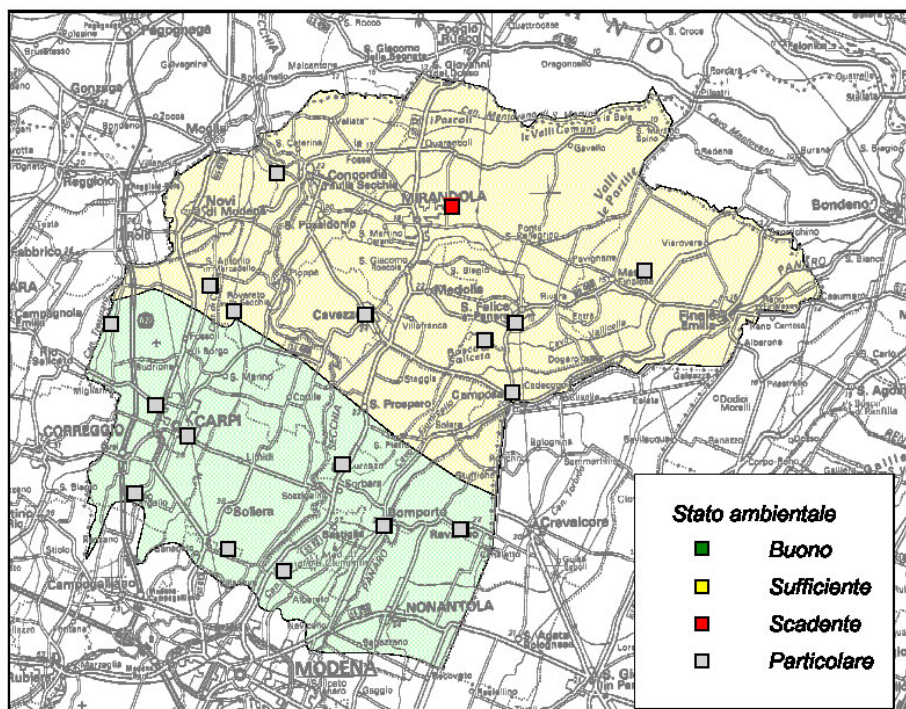


Fig. 6.45 - Classificazione ambientale piana alluvionale - anno 2005

6.2.3.3 Censimento pozzi, piezometria e soggiacenza

Nella fase preliminare sono stati raccolti tutti i dati esistenti sui pozzi presenti all'interno del territorio comunale, sia relativamente ai pozzi superficiali e quindi ad uso prevalentemente civile, che su quelli profondi, prevalentemente ad uso industriale.

I dati sono stati reperiti presso il Servizio Tecnico di Bacino Panaro e Destra Secchia.

I dati raccolti, qualora già non lo fossero, sono stati informatizzati attraverso l'ubicazione georeferenziata dei pozzi e la creazione di un data base associato nel quale sono state riportate le caratteristiche principali, ovvero:

il numero d'ordine, che per i pozzi extradomestici inizia sempre con lo 0;

- l'identificativo regionale delle relative pratiche, sia nel caso di pozzi extradomestici attualmente in uso come tali, sia per quelli che da extradomestici sono passati ad uso domestico;
- le coordinate geografiche;
- l'ubicazione, intesa come indirizzo e individuazione catastale, dove reperita;
- il riferimento relativo al tipo di pratica presentata: autorizzazione per uso domestico (A) o extradomestico (B), denuncia (C), variazione (D);
- l'uso, distinto in civile/domestico (A), irriguo (I), zootecnico (Z), per la trasformazione dei prodotti (TR), industriale (IN), vario (V), igienico ed assimilabili (IG), in disuso (H) e stagionale (S);
- la data di perforazione, quando nota;
- il diametro;
- i m³ annui;
- la profondità;
- la presenza di schema stratigrafico;

- la categoria, distinta in domestico (DOM) ed extradomestico (EXT).

Può capitare che ad uno stesso pozzo siano associate due o più pratiche, in genere perché c'è stato un cambiamento di proprietà, oppure di uso, o, ancora, un passaggio di categoria; in questo caso, in una stessa colonna, compariranno due date di denuncia, due differenti riferimenti, relativi al tipo di pratiche presentate ed, eventualmente, due differenti usi (se la seconda denuncia ha riguardato un cambio d'uso).

Una volta ubicati su carta in modo georeferenziato i pozzi presenti sul territorio, è stata pianificata la campagna di misurazione della piezometria e soggiacenza; il monitoraggio, inizialmente indirizzato alla misurazione del livello statico della falda nei pozzi di tipo extradomestico, di cui agli elenchi forniti dai Servizi della R.E.R., è stato tuttavia diretto alla misurazione dei pozzi ad uso domestico, essendo stata verificata l'impossibilità di effettuare le misure in quelli extradomestici, o per la mancanza di fori d'ispezione o per l'inaccessibilità fisica del pozzo stesso.

Per le misure nei pozzi ad uso domestico si sono presi come riferimento in parte quelli riportati negli elenchi forniti dai Servizi della R.E.R. ed in parte altri pozzi, non compresi nell'elenco, ma individuati direttamente in campagna durante la campagna di misurazione.

I pozzi misurati sono stati selezionati al fine di ottenere una distribuzione il più possibile omogenea su tutto il territorio comunale. Ove possibile, oltre alla misura dei pozzi superficiali (domestici), sono state effettuate anche alcune misure di pozzi profondi (extradomestici).

Nella tabella seguente sono riportati i dati rilevati in campagna nel periodo agosto-settembre 2007, relativi alla piezometria e soggiacenza di ciascun pozzo misurato.

Nelle tavole della "Piezometria della falda acquifera superficiale" (tav. QC6/t6) e della "Soggiacenza della falda acquifera superficiale" (tav. QC6/t7), l'andamento della piezometria e della soggiacenza è stato rappresentato tramite isolinee aventi equidistanza di 0,5 m.

Nel territorio comunale, la falda acquifera presenta soggiacenza abbastanza regolare, con valori compresi tra un minimo di 1,50 m e un massimo di 6,50 m di profondità dal piano campagna; i valori medi sono compresi tra 3 m e 4 m. I valori più bassi sono identificabili nella zona immediatamente a nord del capoluogo e nella zona a sud-est di Sorbara. I valori più alti sono stati rilevati nella porzione meridionale del territorio comunale; la porzione restante registra invece valori medi.

Id pozzo	Soggiacenza (m da p.d.c.)	Quota pozzo (m s.l.m.)	Piezometria (m s.l.m.)
1	3	27,5	24,5
2	4	28	24
3	3,5	27	23,5
4	4	27	23
5	6,5	29	22,5
6	4	26	22
7	4,5	26	21,5
8	6	23,5	17,5
9	5	23	18
10	5,5	27,5	22
11	5,5	24	18,5
12	6,5	28	21,5
13	6	25	19
14	5,5	26,5	21
15	5	24,5	19,5
16	4,5	24,5	20
17	4	23,5	19,5
18	3	23	20
19	1,5	22	20,5
20	2	23	21
21	4	25,5	21,5
22	3,5	27	23,5
23	2	25	23
24	4	26,5	22,5
25	3	25	22
26	4	26,5	22,5
27	2	20,5	18,5
28	2,5	24	21,5
29	2,5	23,5	21
30	3	25	22
31	2,5	25,5	23
32	3,5	26	22,5
33	3	21	18
34	4	26	22
35	3,5	22	18,5
36	3,5	20	16,5
37	3,5	22,5	19
38	3	22,5	19,5
39	2,5	20	17,5
40	4,5	26	21,5
41	3	23	20
42	4	24,5	20,5
43	2,5	23,5	21
44	3	20	17
45	3,5	20	16,5
46	4	20	16

tab. 6.7 - Misure piezometriche eseguite sui pozzi del territorio comunale di Bomporto.

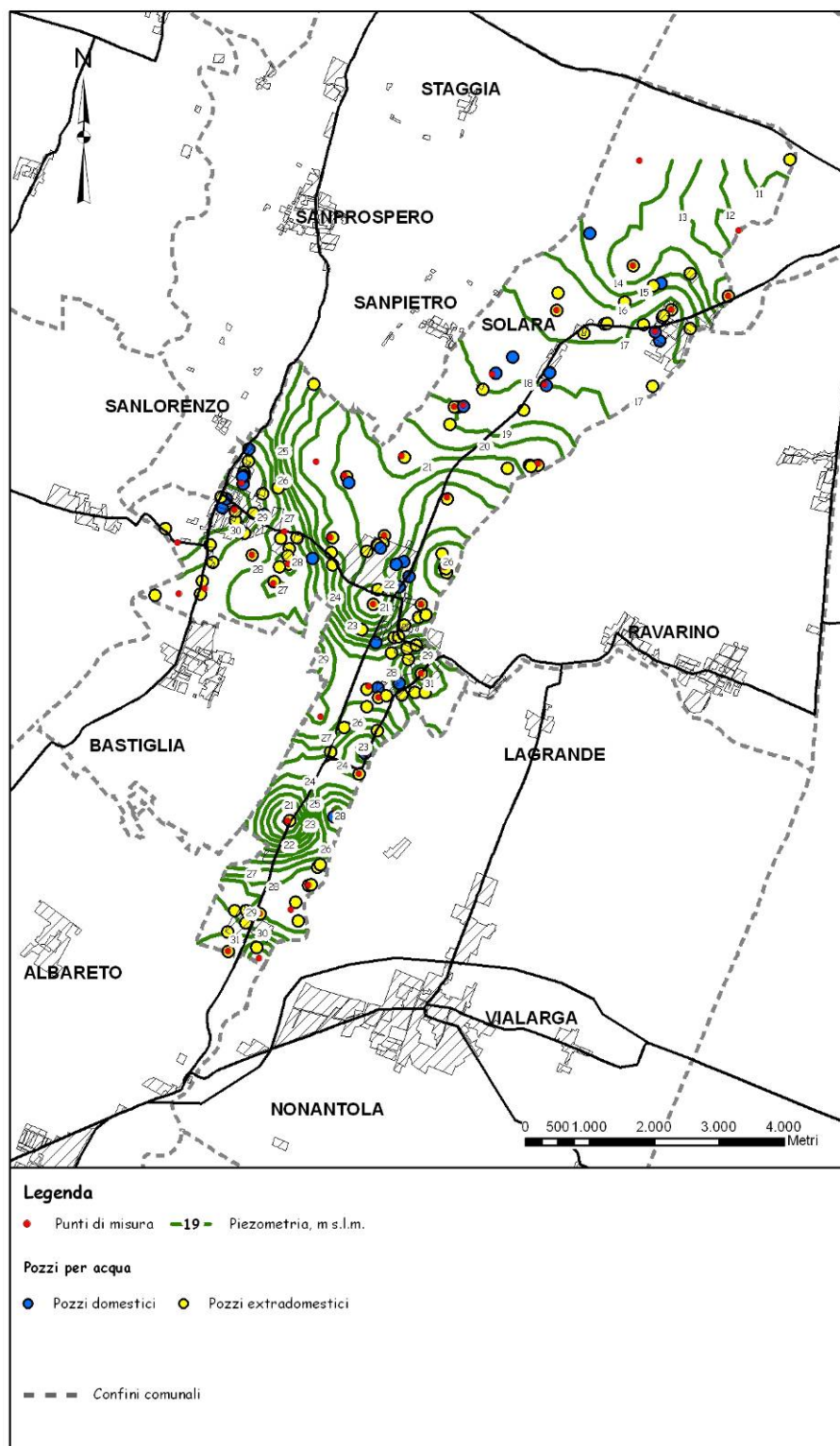


Fig. 6.46 - Piezometria della falda superficiale - agosto-settembre 2007 (Tavola QC.6/t6)

Per quanto riguarda l'acquifero profondo, dalle misure effettuate in alcuni pozzi extradomestici è stato rilevato che il livello statico si attesta a profondità variabili tra un minimo di 13,00 m ed un massimo di 24,50 m dal piano campagna. Le curve isopiezometriche presentano andamento decrescente da sud verso nord, con valori massimi nella periferia ovest del capoluogo e valori minimi nella porzione nord-orientale del territorio comunale.

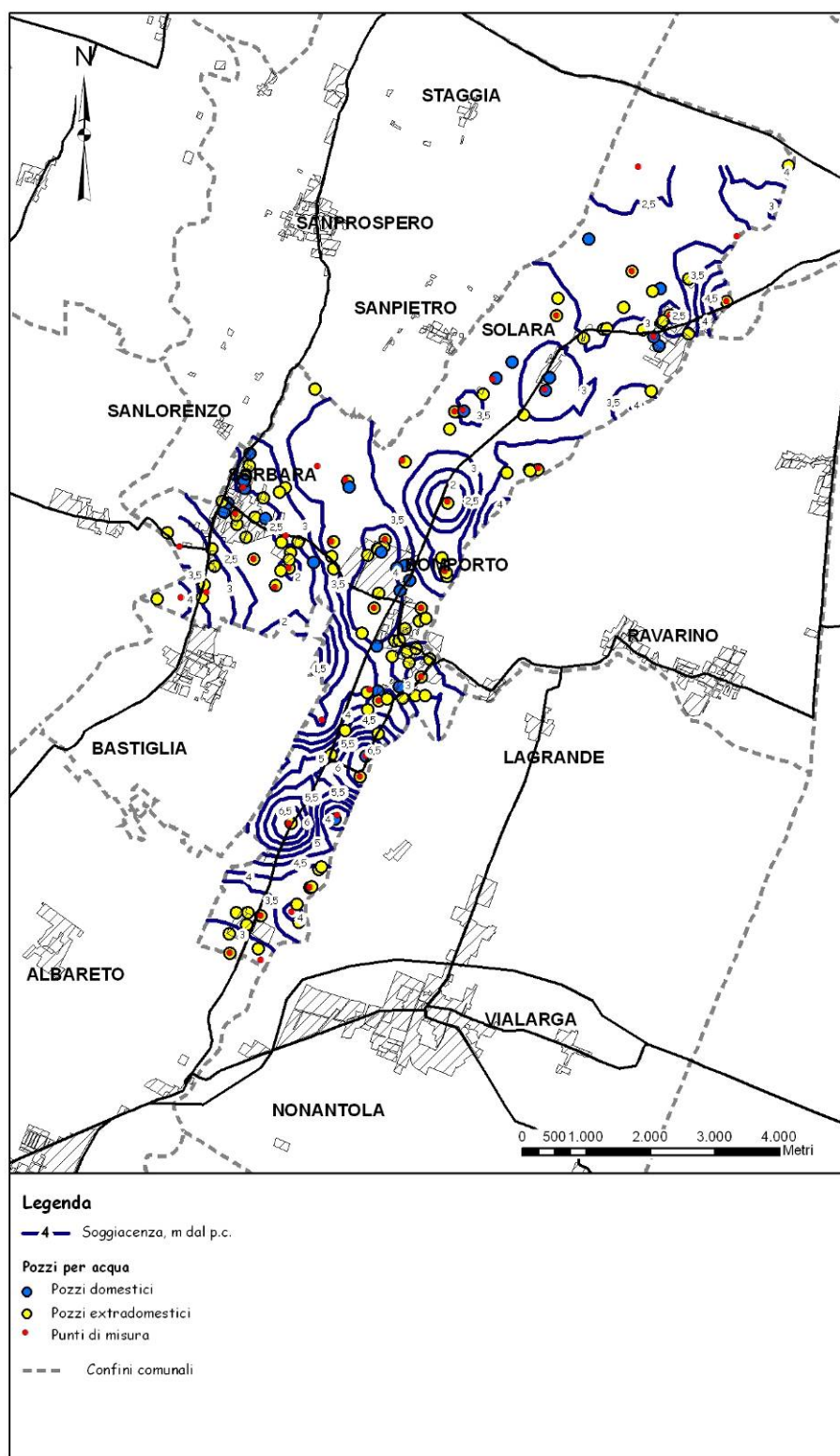


Fig. 6.47 - Soggiacenza della falda superficiale - agosto-settembre 2007 (Tavola QC.6/t7)

La carta della soggiacenza è stata utilizzata anche per l'individuazione degli strati di terreno da sottoporre a verifica di liquefazione, laddove le prove penetrometriche reperite non riportavano il dato della soggiacenza della falda acquifera intercettata.

6.2.4 Vulnerabilità naturale dell'acquifero

Per vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento si deve intendere (da Civita, 1987) la suscettività specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle loro diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, a ricevere e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo.

La conoscenza del grado di vulnerabilità del territorio ci fornisce utili indicazioni per stabilire il "grado di saturazione" di un determinato ambito territoriale, consentendo di elaborare importanti strategie d'uso del suolo e di programmazione territoriale, al fine di poter valutare, per un determinato territorio, la sua idoneità o meno ad accogliere nuovi insediamenti e/o nuove attività antropiche.

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi dipende da un insieme di fattori naturali, tra i quali sono prevalenti la struttura del sistema idrogeologico, la natura dei suoli di copertura, i processi di ricarica, il tempo di transito dell'acqua attraverso lo strato insaturo, la dinamica del deflusso sotterraneo, i processi di attenuazione dell'impatto inquinante, la concentrazione iniziale e residua di un inquinante, ecc.

In tal senso quindi, la carta della vulnerabilità (naturale o potenziale), deriva dalla sovrapposizione e lettura di diversi elementi, quali la geologia, la litologia e la pedologia dei terreni affioranti, la profondità del primo livello caratterizzato da permeabilità significativa, saturo o no (nel nostro caso ghiaioso), la tipologia della falda (confinata o libera, con soggiacenza dal p.d.c. inferiore o superiore ai 10 metri).

Per la determinazione del grado di vulnerabilità naturale dell'acquifero presente sul territorio comunale, si è fatto riferimento alla tav. 3.3.1 "Rischio inquinamento acque: Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale" allegata al PTCP 2009 della Provincia di Modena.

La costruzione della carta della Vulnerabilità dell'acquifero ha seguito la stessa metodologia proposta da Civita (1990) e adottata, con alcune variazioni locali di tipo particolare, anche per altre carte riguardanti sia la pianura modenese, che aree limitrofe (Alifranco et alii, 1990 e 1992; Paltrinieri et alii, 1990; Pellegrini, a cura di, 1994 e 1995); in particolare si è fatto riferimento alla metodologia utilizzata per l'elaborazione della "Carta della "Vulnerabilità naturale dell'acquifero della pianura della Provincia di Modena" (1996; AA. VV.) in cui, oltre ai parametri di base (litologia, profondità del tetto del primo livello acquifero significativo, caratteristiche dell'acquifero), si è ritenuto opportuno introdurre il parametro "suolo", per le sue caratteristiche di possibile attenuazione degli inquinanti sulla superficie topografica.

L'elaborato corrispondente è costituito dalla tav. QC.5/t8 denominata carta della "Vulnerabilità naturale dell'acquifero".

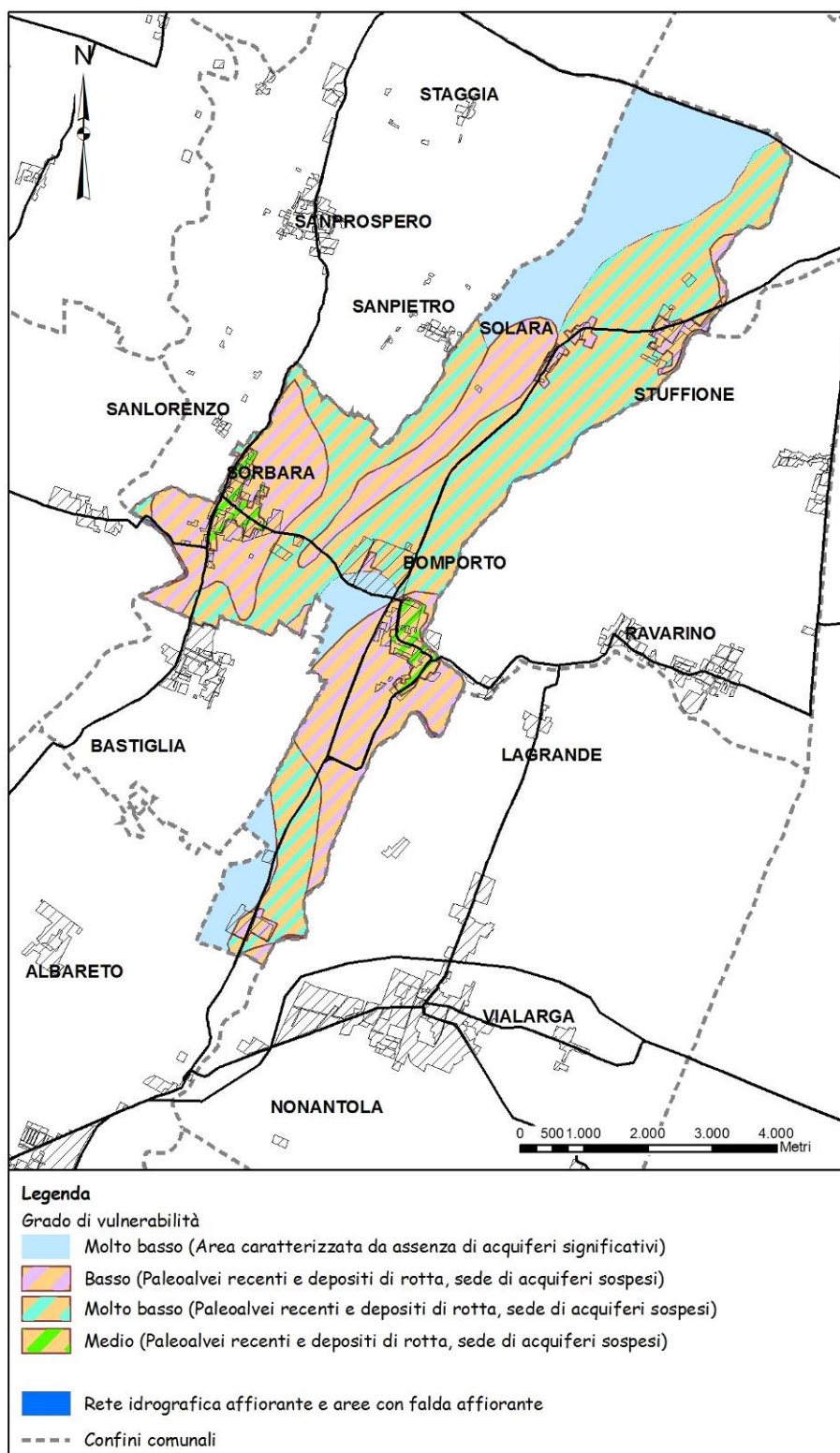


Fig. 6.48 - Carta della vulnerabilità naturale (Tavola QC.6/t8)

Il territorio comunale presenta una vulnerabilità dell'acquifero tendenzialmente bassa o molto basso; la classe prevalente è quella molto bassa, presente sia nelle zone relative ai paleoalvei recenti che al di fuori degli stessi (65,58%), subordinatamente quella bassa (30,84%), mentre solo il 3,13% del territorio comunale ricade in classe media.

Grado di vulnerabilità medio è presente solamente in corrispondenza dei centri abitati di Bomporto e Sorbara; la metodologia attribuisce infatti, relativamente al parametro

"capacità di attenuazione dei suoli", un basso grado di attenuazione alle unità cartografiche che, dalla Carta dei Suoli della pianura modenese, risultano definite come aree urbane e quindi provviste di rete fognaria.

GRADO VULNERABILITÀ	DESCRIZIONE	SUPERFICIE (m ²)	% SU TERRITORIO COMUNALE
BB	Molto basso (area caratterizzata da assenza di acquiferi significativi)	8102313,1387	20,71
MP-B	Basso (Paleoalvei recenti e depositi di rotta, sede di acquiferi sospesi)	12067058,4195	30,84
MP-BB	Molto basso (Paleoalvei recenti e depositi di rotta, sede di acquiferi sospesi)	17553447,1799	44,87
MP-M	Medio (Paleoalvei recenti e depositi di rotta, sede di acquiferi sospesi)	1226360,6878	3,13
S/P	Rete idrografica affiorante e aree con falda affiorante)	172574,5483	0,44

tab. 6.8 - Distribuzione delle classi di vulnerabilità dell'acquifero

6.2.5 Centri di potenziale pericolo d'inquinamento delle acque sotterranee

La conoscenza del grado di vulnerabilità di un determinato territorio, fornisce utili indicazioni per la comprensione degli episodi d'inquinamento e consente di elaborare strategie di uso dei suoli, nonché di programmazione delle attività antropiche, tese ad eliminare il rischio di inquinamento degli acquiferi.

Si definisce rischio d'inquinamento di un corpo idrico la sua potenzialità a ricevere un determinato inquinante, per una porzione definita di territorio, in funzione delle attività antropiche (centri di pericolo) presenti. Tale potenzialità dipende dal tipo di attività (cioè dal tipo di sostanze utilizzate), dalle sue dimensioni, dal numero di attività presenti nella porzione definita di territorio e dalla sua vulnerabilità intrinseca.

Nell'ambito del presente studio, con il termine fonti di inquinamento o centri di pericolo si è voluto intendere quelle attività, insediamento o manufatto in grado di costituire direttamente o indirettamente, fattore certo o potenziale di degrado della qualità delle acque superficiali e sotterranee.

Sulla base dello spazio occupato, le fonti di inquinamento possono essere distinte in fonti puntuali e non puntuali o diffuse, oltre che relative ad aree urbane o extraurbane.

L'individuazione delle fonti di pericolo presenti sul territorio comunale è stata eseguita, avvalendosi di quanto contenuto nel PTCP in adeguamento al PTA³² come poi recepito nella variante generale al PTCP 2009.

Di seguito si riporta un estratto della Tav. 3.2 - Allegato 3 "Carta dei fattori di pressione da attività antropica", nella quale vengono individuate le fonti di pressione puntuale ed a rete, presenti sul territorio comunale.

In particolare nella carta sono rappresentate:

- gli elementi del reticolo fognario e depurativo;
- gli scarichi industriali in corpi idrici superficiali;
- gli allevamenti di suini e bovini

³² Relazione Generale - Quadro Conoscitivo - Capitolo 5. "Stima delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica" sullo stato delle acque superficiali e sotterranee (fattori di pressione qualitativa e quantitativa)

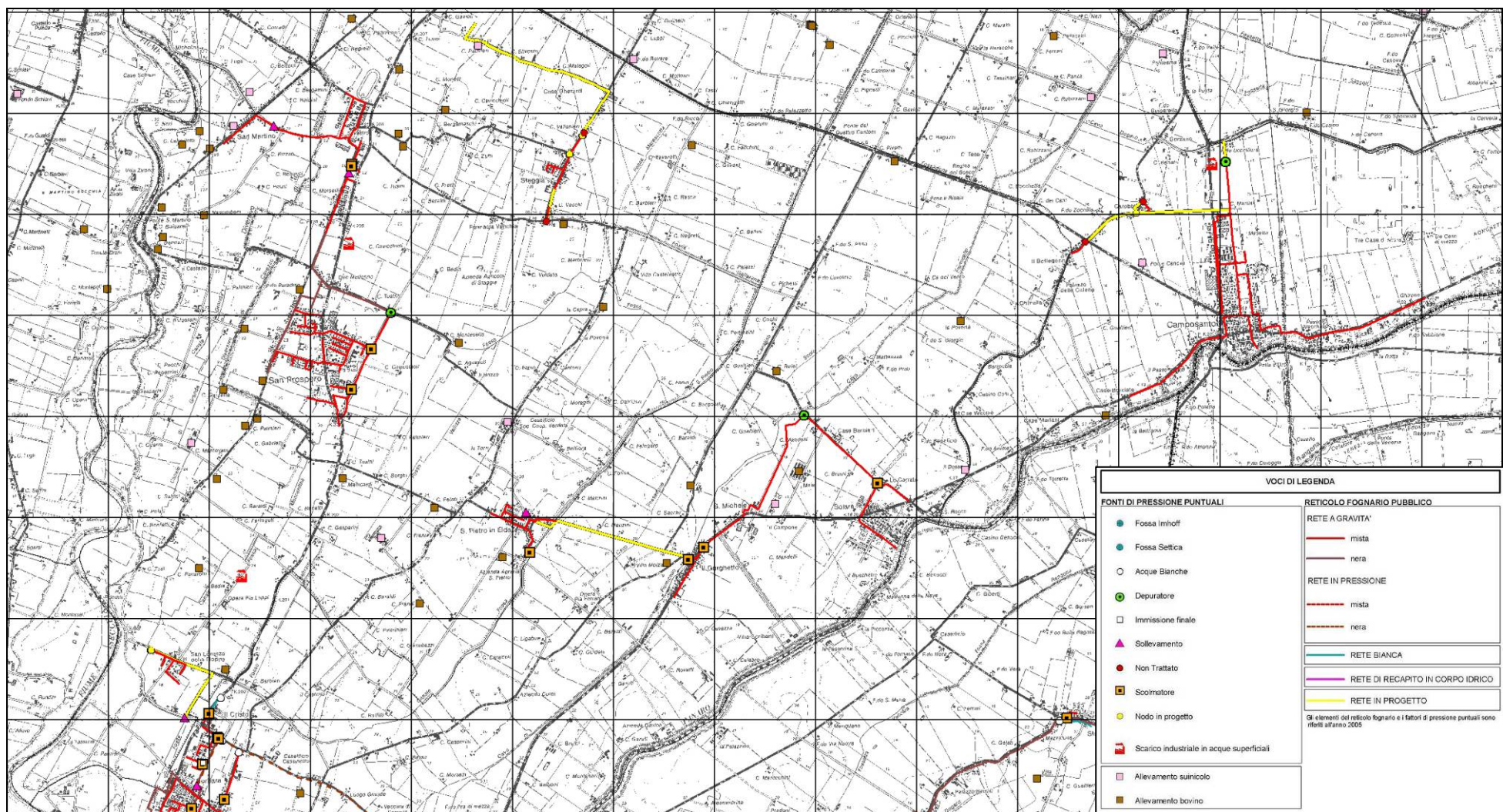


Fig. 6.49a - Carta dei fattori di pressione da attività antropica (PTCP 2009 - Quadro Conoscitivo Allegato 3 Tav. 3.2)

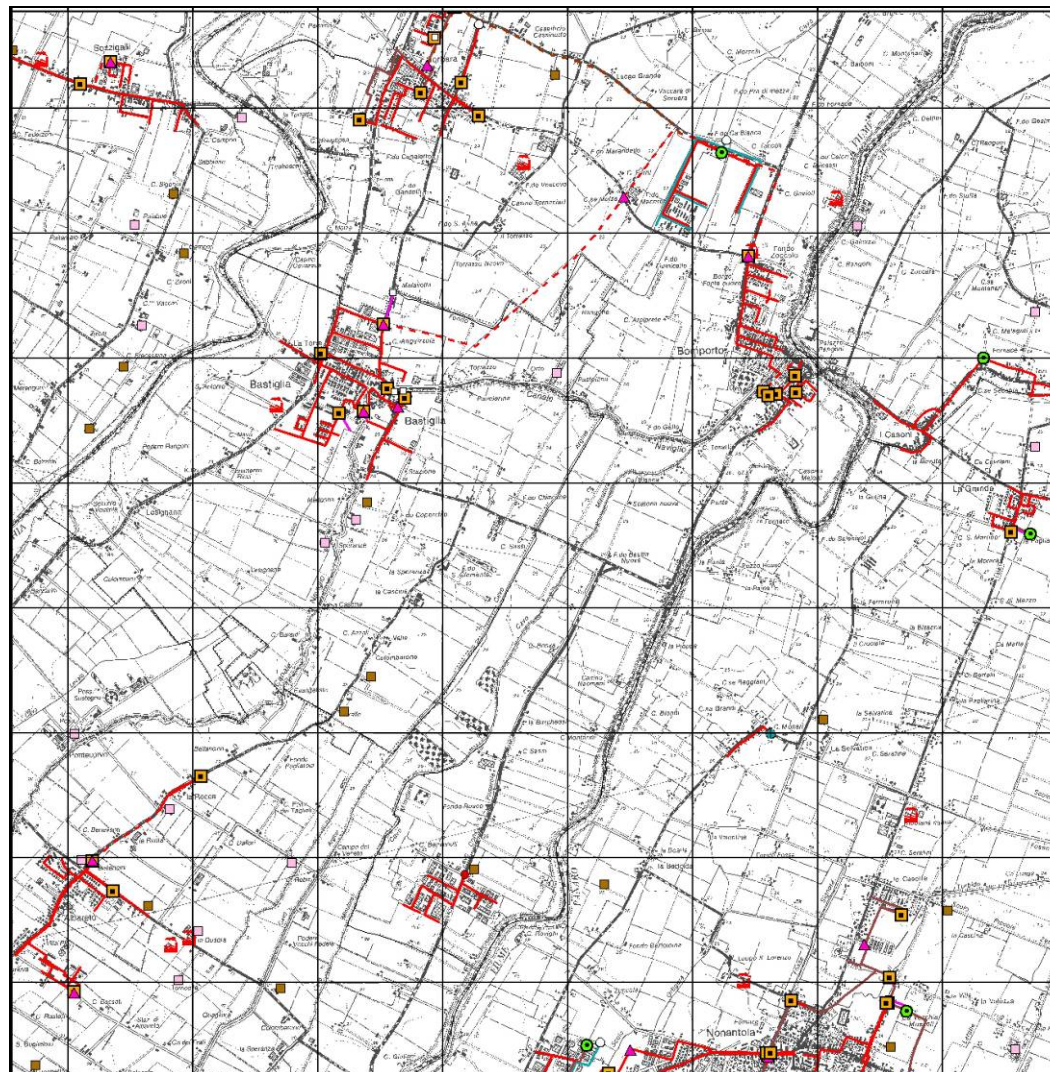


Fig. 6.49b - Carta dei fattori di pressione da attività antropica (PTCP 2009 - Quadro Conoscitivo Allegato 3 Tav. 3.5)

Con i limiti legati alla difficoltà di reperire tutti i dati delle attività produttive presenti sul territorio, è stata redatta una carta comunale dei fattori di pressione da attività antropica (QC.6/t9).

In particolare sono stati presi in considerazione i seguenti elementi e per ognuno di essi è stato effettuato un censimento aggiornato al 2006:

	Fonti puntuali	Fonti diffuse
In aree urbane	• Scarichi di acque nere e bianche • Depuratori • Scolmatori • Attività produttive ad alto rischio d'inquinamento • Insediamenti produttivi con scarico in acque superficiali • Distributori di carburante e cisterne interrate • Cimiteri	• Dorsali principali dei collettori fognari • Viabilità
In aree extraurbane	• Allevamenti zootecnici • Attività estrattiva • Cimiteri	• Aree autorizzate allo spandimento dei liquami zootecnici • Viabilità

Allevamenti zootecnici

I dati relativi agli allevamenti zootecnici sono stati inizialmente tratti dal catasto della Provincia di Modena riportato negli elaborati della Variante PTCP, quindi verificati direttamente in campagna.

Connesso con l'attività di allevamento, e individuabile quale elemento di pericolo principalmente connesso alla stessa, è lo stoccaggio dei reflui zootecnici; la normativa regionale individua i requisiti tecnici di idoneità dei contenitori per lo stoccaggio sia dei liquami che dei letami.

Il Comune valuta, in sede di rilascio del certificato di agibilità o usabilità, il rispetto di tutti i requisiti sulla base di una apposita relazione tecnica corredata da una relazione geologica-geotecnica e da una relazione di collaudo finale per i contenitori di liquami.

Spandimenti

Le maggiori problematiche ambientali riferibili alla pratica agronomica dello spandimento dei liquami zootecnici, sono riconducibili alla protezione delle acque sia sotterranee (percolazione), che superficiali (ruscellamento), nonché alla dispersione in atmosfera di sostanze odorogene (volatilizzazione ammoniacale).

La distribuzione sul suolo dei liquami o di altri effluenti provenienti da imprese zootecniche, è regolamentata dal D.M. 7 aprile 2006 con il quale sono stati emanati dal Ministero delle politiche agricole e forestali i "Criteri e norme tecniche per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, recepiti dalla Regione Emilia Romagna nelle successive "Disposizioni attuative del decreto 7 aprile 2006 - programma d'azione per le zone vulnerabili da nitrati da fonte agricola - Criteri e norme tecniche all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento" e nella L.R. 4/2007 "Adeguamenti normativi in materia ambientale. Modifiche a leggi regionali" in particolare al Capo III "Disposizioni in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue derivanti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari"; tali disposizioni normative disciplinano le modalità di spandimento sul suolo dei liquami provenienti da imprese agricole dedite all'allevamento zootecnico, le procedure per il

rilascio delle autorizzazioni, lo stoccaggio degli effluenti di allevamento e il regime sanzionatorio.

Nella tavola QC.6/t9 sono riportate le aree sulle quali non possono essere rilasciate autorizzazioni allo spandimento così come risulta dalla Variante PTCP in adeguamento al PTA, i dati sono poi stati verificati con quelli riportati nella variante Generale al PTCP 2009.

Rete fognaria

La rete fognaria è il complesso di canalizzazioni sotterranee atte a raccogliere ed allontanare le acque reflue derivanti dagli insediamenti urbani e produttivi. Il sistema è strutturato in modo da far convergere le acque reflue ad un sistema di trattamento finale o ad uno scarico. Se il collettore non è perfettamente impermeabile, o subisce nel tempo un deterioramento, può causare perdite di reflui nel livello insaturo del suolo o essere interessato da infiltrazioni di acque nelle fogne con conseguente sovraccarico del sistema.

I dati relativi alla rete fognaria, agli scolmatori di piena, ai depuratori ed agli scarichi sono stati forniti sia da AIMAG S.p.A. che gestisce il servizio idrico integrato.

Cimiteri e distributori

I cimiteri e i distributori di carburante possono costituire potenziali fonti di inquinamento delle acque sotterranee. Il percolato proveniente dalla zone di inumazione può interferire con le zone di approvvigionamento idrico, in modo particolare nel caso di vecchi cimiteri o quando le strutture cimiteriali sono disposte in modo non adeguato rispetto alle captazioni acquedottistiche. Analogamente i serbatoi interrati, attualmente normati dal D.M. 29/11/2002, rappresentano fonti potenziali di inquinamento del suolo e delle acque superficiali e sotterranee, a causa di rotture o di inefficienze legate all'usura.

Sul territorio comunale sono stati censiti, oltre ai distributori di carburante di servizio pubblico, anche i distributori di carburante privati e più in generale le cisterne interrate contenenti sostanze potenzialmente pericolose; tale dato non è però del tutto attendibile in quanto costruito sulla base della memoria storica dei tecnici comunali.

Pozzi per acqua

I pozzi per la captazione di acque sotterranee possono rappresentare fonti puntuali di inquinamento delle acque sotterranee. Questa eventualità può verificarsi, ad esempio, quando la testata del pozzo non è sigillata, favorendo l'infiltrazione di inquinanti dalla superficie topografica; un altro problema, di maggiore gravità, è costituito dai tanti pozzi "multifalda" esistenti nell'area di indagine: queste strutture, mettendo in comunicazione livelli acquiferi con differenti caratteristiche qualitative, favoriscono la propagazione degli inquinanti eventualmente presenti nelle falde superficiali.

I pozzi presenti sul territorio comunale sono stati rappresentati anche nella TAVOLA QC.6/t6.

Attività produttive

Le attività produttive possono costituire, in ragione della tipologia di lavorazione eseguita, un potenziale pericolo per l'inquinamento di acque sotterranee e superficiali, sia direttamente, per quanto riguarda le attività che scaricano in acque pubbliche, sia in modo secondario, in funzione delle tecniche di lavorazione, delle tipologie di impianti e soprattutto del grado di manutenzione e del rispetto delle norme comportamentali e di sicurezza adottate dalle aziende.

Al fine di individuare le attività produttive che potenzialmente rappresentano un alto rischio d'inquinamento per le acque sotterranee, sono state prese in considerazione tutte le

attività produttive operanti sul territorio comunale, così come classificate negli schedari della Camera di Commercio provinciale secondo la metodologia ATECORI; tra tutte quelle operanti, sono state selezionate, sulla base del codice d'attività, solamente quelle aziende cosiddette "ad elevato/alto rischio" perché nel proprio ciclo di lavorazione trattano materiali potenzialmente inquinanti, o perché, in modo indiretto, fanno uso di sostanze che potrebbero, se sversate accidentalmente nel suolo, provocare inquinamento della risorsa idrica sotterranea.

A causa delle lacune esistenti nei dati disponibili, si è deciso di verificare anche direttamente sul territorio la presenza delle attività produttive censite.

Tra queste sono state considerate a "pericolosità elevata" le industrie alimentari, le industrie di fabbricazione di prodotti chimici, di vetro e prodotti in vetro, di carta e cartone, di fabbricazione e lavorazione di prodotti in metallo, di fabbricazione autoveicoli ecc., di produzione di metalli e loro leghe, di estrazione gas naturali ed i servizi sanitari. Le restanti attività sopra elencate sono invece state considerate a "pericolosità alta".

Tutte le altre attività presenti sul territorio comunale, per le quali si è valutato una "pericolosità media o bassa" non sono state prese in considerazione.

6.2.6 Limiti e condizioni alla trasformazione

Che siano irrigui, di scolo o, molto più frequentemente, promiscui, a regime permanente o stagionale, i corsi d'acqua, oltre ad avere evidenti funzioni idrauliche, rappresentano un'importante rete ecologica, che rende permeabili realtà fortemente antropizzate.

La distinzione dei corsi d'acqua viene fatta avendo a riferimento il PTCP, che già individua corsi d'acqua da assoggettare a regime di tutela, per i quali valgono le limitazioni imposte dallo strumento sovraordinato. Per gli altri corsi d'acqua del territorio di Bomporto appartenenti alla rete del consorzio di Bonifica, si rimarca la necessità di tutelare, salvaguardare, valorizzare tutta la rete scolante, assegnando ai diversi corsi d'acqua importanze relative, definendo un sistema di tutele ecologico-paesaggistiche compatibile con le necessità idrauliche, da cui fare discendere limiti relativi alle trasformazioni degli stessi.

Ci si riferisce agli aspetti morfologici dei corsi d'acqua ed in particolare agli interventi, non direttamente gestiti dal Consorzio di Bonifica, di tombamento, attraversamento, consolidamento delle sponde, fino ad oggi realizzati in modo non del tutto e non sempre rispettoso delle valenze paesaggistiche ed ecologiche dei corsi d'acqua.

Spesso inoltre il reticolo idrografico di bonifica presenta uno scadimento qualitativo delle proprie acque cui contribuiscono anche i piccoli insediamenti privi di fognatura, e quindi di depurazione dei reflui, nonché dell'edificato sparso.

E' pertanto necessario attivare azioni volte al recupero delle compromissioni in atto e di normare, per quanto possibile, le future interferenze che, prevedibilmente, le attività antropiche genereranno nei confronti dei corsi d'acqua; sarà quindi necessario individuare azioni volte alla riduzione degli scarichi civili non depurati attraverso:

- l'ammodernamento degli esistenti impianti di depurazione che in alcuni casi si sono dimostrati parzialmente inefficaci;
- il potenziamento del sistema fognario, laddove sia giustificato dalla quantità dei reflui prodotti, per aumentare la copertura del territorio;
- l'incentivazione o la prescrizione di sistemi di depurazione privati (ad esempio fitodepurazione), per l'edificato sparso.

Al fine di consentire interventi di manutenzione con mezzi meccanici, lungo le reti di scolo di bonifica, va comunque mantenuta libera da ogni elemento che ostacoli il passaggio, una fascia della larghezza di cinque metri esterna a ogni sponda o dal piede dell'argine ed è comunque vietata la costruzione di edifici per una fascia di larghezza pari a 10 metri esterna a ogni sponda o piede dell'argine; ciò coerentemente a quanto stabilito dall'art. 14 comma 7 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po.

Dalle analisi svolte riguardo il carico idraulico gravante sui bacini si evidenzia nel complesso una situazione generalmente accettabile, ma puntualmente trova condizioni di criticità, che potrebbe indurre addirittura ad uno scarico delle aree attualmente servite dalla rete fognaria o ad un potenziamento della stessa.

Questa situazione costituisce un limite dal punto di vista idraulico alle trasformazioni; limite che, per sua natura, comunque, non preclude completamente le esigenze di trasformazione ma, si limita a condizionarle in assenza di interventi di riequilibrio.

Ciò significa, in altri termini, che, rispetto alla situazione idraulica, la risposta alle esigenze di trasformazione urbana è positiva a condizione che si pongano in essere interventi di adeguamento fognario rispetto sostanzialmente allo smaltimento delle acque bianche.

Nel caso si intendano prevedere nuove aree di espansione urbana, queste non dovranno assolutamente gravare sulle reti già a servizio degli attuali bacini, salvo a ben limitati casi precedentemente evidenziati.

Dall'analisi svolta le condizioni più favorevoli alla realizzazione di nuovi insediamenti si presentano a Bomporto Capoluogo nelle estremità ovest del centro abitato e nella estremità Sud, più precisamente in destra idraulica del Canale Naviglio, nella frazione Solara, a sud dell'agglomerato urbano e nella frazione Villavara a carattere prevalentemente produttivo. In tutti questi casi è consigliabile tenere conto che nei collettori terminali si riscontrano condizioni di criticità e ipercriticità.

In definitiva si può affermare che allo stato di fatto, sulla rete fognaria esistente o naturale a supporto delle aree urbanizzate, sia consigliabile non incrementare il grado di impermeabilizzazione.

Tutte le analisi e verifiche svolte si riferiscono a tempi di ritorno decennali (quando nella moderna pratica della progettazione idraulica urbana ormai si tende ad assumere tempi di ritorno almeno ventennali), è evidente che per eventi con probabilità di ritorno più elevate (ovvero più intensi) la capacità di smaltimento della rete si riduce producendo rischi proporzionalmente più elevati.

E' per questo motivo che nel caso del Comune di Bomporto e delle frazioni Sorbara, Solara, San Michele Gorghetto e Villavara, pur in presenza di collettori officiosi al servizio di bacini urbani, si ritiene di non procedere con incrementi del carico idraulico allo stato di fatto.

Nei bacini in crisi si suggeriscono interventi di riequilibrio idraulico con sezioni di adeguamento soprattutto per quanto concerne i collettori terminali, in alternativa si propongono diversioni di bacino con recapito direttamente al reticolo idrografico superficiale.

Un'ulteriore possibilità, in assenza di valide soluzioni strutturali, è la realizzazione di bacini di laminazione a supporto delle reti urbane da posizionarsi subito a monte dell'agglomerato.

In sostanza comunque, come mostrato più sopra, i bacini, presi singolarmente, hanno una loro officiosità mentre, la somma dei singoli contributi nella parte terminale risulta spesso eccedente la capacità di smaltimento delle sezioni di chiusura. Tale fenomeno si è riscontrato sia nel Capoluogo sia nella frazione di Solara.

Risulta dunque necessaria una azione di riadeguamento strutturale parziale delle reti fognarie esistenti.

In particolare la previsione di nuove urbanizzazioni in aree che allo stato attuale risultano permeabili, dovrà essere preceduta da accurate valutazioni sul carico idraulico che necessariamente si ripercuote sui bacini posti a valle delle nuove impermeabilizzazioni; nello specifico dovrà essere valutata la reale capacità del reticolo esistente di ricevere ulteriori apporti idrici, stabilendo altresì il possibile incremento del coefficiente idrometrico in modo tale da non determinare situazioni di crisi con possibili fenomenologie di esondazione localizzata sul piano stradale.

In alternativa al risezionamento degli specchi delle sezioni poste a valle dei nuovi interventi, potrà essere valutata la costruzione sistematica di bacini di stoccaggio e laminazione delle portate prodotte dalle nuove superfici in via di impermeabilizzazione, in modo tale da lasciare invariato l'attuale apporto idrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Nella realizzazione degli interventi di nuova urbanizzazione deve essere applicato il principio dell'invarianza idraulica (art. 12 comma 2 del PAI del fiume Po), definendo opportune aree atte a favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche. In maniera indicativa deve prevedersi prima dell'immissione nel canale di bonifica un sistema di raccolta e accumulo delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto; sarà pertanto necessario che nelle successive fasi attuative il Consorzio di Bonifica di Burana venga interpellato (in forma di parere idraulico) al fine di verificare la compatibilità degli scarichi delle nuove aree urbanizzate con i propri ricettori; la realizzazione delle vasche di laminazione sopra citate, dovrebbe essere valutata anche sotto il profilo dell'impatto ambientale che le stesse avranno sul territorio circostante.

6.3 SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE: VINCOLI E TUTELE ESISTENTI

Nel presente capitolo vengono analizzati i vincoli di natura ambientale, derivanti da Piani di tutela sovraordinati e/o da disposizioni di legge; tali vincoli sono stati restituiti cartograficamente, quando possibile, nella Tav. QC.6/T1 "Suolo - Sottosuolo - Acque: Vincoli e tutele ambientali esistenti". Il presente capitolo vuole quindi essere un raccoglitore sintetico e quanto più possibilmente aggiornato, dei vincoli di natura ambientale che regolano lo sviluppo e le trasformazioni del territorio, da cui nessun strumento di pianificazione comunale può prescindere.

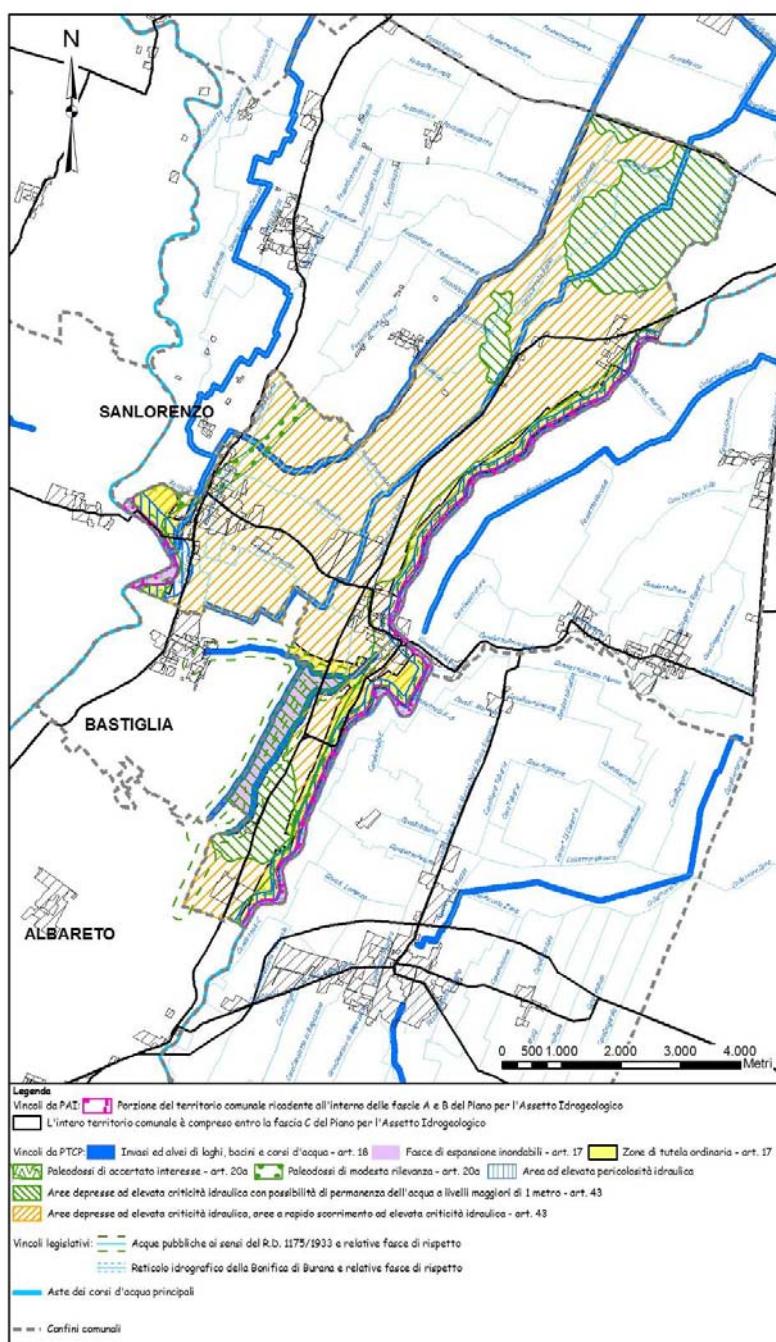


Fig. 6.50 - Carta dei "Vincoli e tutele esistenti" (QC.6/T1) su base semplificata

VINCOLI LEGISLATIVI

Il **R.D. 11 DICEMBRE 1933 N° 1775** - "APPROVAZIONE DEL TESTO UNICO DELLE DISPOSIZIONI DI LEGGE SULLE ACQUE E SUGLI IMPIANTI ELETTRICI".

Stabilisce che sono pubbliche tutte le acque sorgenti, fluenti e lacuali, anche se artificialmente estratte dal sottosuolo, sistemate o incrementate, le quali, sia che vengano considerate isolatamente per la loro portata o per l'ampiezza del rispettivo bacino imbrifero, sia che vengano valutate in relazione al sistema idrografico al quale appartengono, abbiano od acquistino attitudine ad usi di pubblico generale interesse. Le acque pubbliche sono iscritte, distintamente per province, in appositi elenchi.

LEGGE 431/85 - "TUTELA DELLE ZONE DI PARTICOLARE INTERESSE AMBIENTALE".

All'art. 1 stabilisce che *"Sono sottoposti a vincolo paesaggistico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497: Omissis c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; Omissis"*

D.LGS 29 OTTOBRE 1999 N° 490 art. 146 comma 3 - "TESTO UNICO DELLE DISPOSIZIONI LEGISLATIVE IN MATERIA DI BENI CULTURALI E AMBIENTALI A NORMA DELL'ART. 1 DELLA L. 8/10/97 N. 350".

L'art. 146 "Beni tutelati per legge" al comma 1, lettera c, stabilisce che sono sottoposti a vincolo di tutela, in ragione del loro interesse paesaggistico, i fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici, approvato con R.D. 11/12/33 n. 1775 e relative sponde o piede dell'argine per una fascia di 150 m ciascuna.

Al comma 3 stabilisce inoltre che la disposizione di tutela definita dal comma 1 non si applica ai beni individuati alla lettera c, che in tutto o in parte siano ritenuti irrilevanti ai fini paesaggistici e pertanto inclusi in apposito elenco redatto e reso pubblico dalla Regione competente.

Nella tav. QC.6/T1 sono state contrassegnate le acque pubbliche presenti sul territorio comunale di Bomporto e la relativa fascia di rispetto, pari a 150 m per sponda; rientrano negli elenchi di acque pubbliche:

DENOMINAZIONE
Fiume Panaro
Fiume Secchia
Canale Naviglio
Cavo Minutara
Cavo Argine

tab. 6.9 - Acque pubbliche di cui all'art. 146 comma C del D.Lgs 490/99 - Elenco delle acque pubbliche del T.U. 11/12/33 n. 1775

Fermo restando le disposizioni definite dal R.D. 523, il **D.Lgs 152/06**, all'art. 115 stabilisce inoltre che *"al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente ai corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, ... omissis le regioni sono tenute a disciplinare gli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del*

soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda dei fiumi, laghi, stagni e lagune, comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti".



Il D.Lgs n. 152 del 03/03/06 "NORME IN MATERIA AMBIENTALE" e s.m.i., entrato in vigore dal 29 aprile 2006, ha abrogato di fatto la precedente normativa settoriale in materia di difesa del suolo, di acque, aria e rifiuti; nello specifico, per quanto attiene alla tutela della risorsa idrica, il D.Lgs 152/06 abroga i pilastri normativi che negli ultimi 15 anni avevano dettato le norme sulla tutela delle acque ed in particolare, tra gli altri, la L. 183/89, la L. 34/96 ed il D.Lgs 152/99 e s.m.i.

Il decreto legislativo suddetto dedica la parte III alle "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche"; per quanto riguarda le competenze, all'art. 62 comma 1, viene stabilito che *"i comuni, omissis e gli altri enti pubblici e di diritto pubblico con sede nel distretto idrografico partecipano all'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del suolo nei modi e nelle forme stabilite dalle regioni singolarmente o d'intesa tra loro, nell'ambito delle competenze del sistema delle autonomie locali"*.

Al fine di perseguire la tutela delle acque dall'inquinamento la parte terza del Decreto individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e gli obiettivi di qualità per specifica destinazione per i corpi idrici di cui all'articolo 78, da garantirsi su tutto il territorio nazionale.

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate; l'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

In attuazione della parte terza del presente decreto sono adottate, viene demandato alle regioni il compito di redigere specifici Piani di Tutela contenenti le misure atte a conseguire gli obiettivi di qualità entro il 22/12/2015

Al Capo II (Titolo II) il decreto tratta delle "Acque a specifica destinazione" ed in particolare vengono definite le categorie di appartenenza delle "Acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile" (art. 80) e viene demandato alle regioni il compito di designare le acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci (art. 82).

Al Capo I (Titolo III) il decreto legislativo tratta la "Tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi" ed in particolare viene definita, tra le altre cose, la disciplina relativa alle "aree richiedenti specifiche misure di prevenzione all'inquinamento e di risanamento"; l'art. 92 disciplina, in particolare, le "zone vulnerabili da nitrati di origine agricola", demandando alle regioni il compito di aggiornare l'elenco approvato in prima attuazione, che per la Regione Emilia Romagna comprende quelle già individuate con la deliberazione del C.R. 11 febbraio 1997, n. 570.

All'art. 94 (ex- art. 21 D.Lgs 152/99 e s.m.i.) viene invece definita la "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano"; alle Regioni viene demandato il compito di individuare *"le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica, le zone di protezione"* (comma 1).

Il comma 3 stabilisce che la *Zona di tutela assoluta* è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni e deve avere, nel caso di acque sotterranee e, dove possibile anche per le acque superficiali, un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di

captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio;

Il comma 4 definisce la *Zona di rispetto* che 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 presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa; nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento di centri di pericolo e lo svolgimento di attività a rischio, in particolare:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti, pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base di uno specifico piano di utilizzazione;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possano essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi se non quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 Kg per ha di azoto negli effluenti.

Per le attività e insediamenti preesistenti, ove possibile e ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate misure per il loro allontanamento ed in ogni caso per la loro messa in sicurezza.

Le regioni devono inoltre provvedere a disciplinare gli interventi di edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, la realizzazione di fognature, di opere infrastrutturali, le pratiche agronomiche.

In assenza dell'individuazione da parte delle Regioni della zona di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

Al fine di perseguire la protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per consumo umano, le regioni devono anche provvedere ad individuare e disciplinare, all'interno delle aree di protezione, le aree di ricarica della falda, le emergenze naturali ed artificiali della falda, le zone di riserva.

Al Capo III (Titolo III) viene infine definita la "Tutela qualitativa della risorsa - Disciplina degli scarichi", con i "criteri generali della disciplina degli scarichi" (art. 101), e le indicazioni normative relative agli scarichi sul suolo (art. 103), agli scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee (art. 104), agli scarichi in acque superficiali (art. 105), agli scarichi in reti fognarie (art. 107), agli scarichi di sostanze pericolose (art. 108).

Al Titolo IV vengono definiti gli "Strumenti di tutela" ed in particolare, con l'art. 121 viene demandato alle regioni il compito di dotarsi di specifico Piano di tutela delle acque, quale specifico piano di settore, che deve contenere, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Al Capo II (Titolo IV) vengono definiti i criteri generali dell'autorizzazione agli scarichi (art. 124), mentre al Capo III (Titolo IV) viene stabilita la disciplina per il "Controllo degli scarichi".

Con riferimento ai "Distretti idrografici" (art. 64), il territorio comunale di Bomporto rientra all'interno del "Distretto Idrografico Padano, comprendente il Bacino del Po.



SISMICITA'

Sotto il profilo normativo, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive ordinanze n. 3379 del 5 novembre 2004 e n. 3431 del 3 maggio 2005 di integrazione e modificazione, volte anche a consentire i necessari approfondimenti della materia, di notevole complessità tecnico-scientifica, è stata adottata la nuova classificazione sismica nazionale con allegate, "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" e "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti".

Con D.M. del 14 settembre 2005, pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 159 alla Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005, sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni", in vigore, su tutto il territorio nazionale, dal 23 ottobre 2005, con un periodo transitorio di 18 mesi.

La Giunta della Regione Emilia Romagna, con PROGR. N. 1677/2005 del 24 ottobre 2005 ha fornito "Prime indicazioni applicative in merito al D.M. 14 09.2005 omissis" con cui viene definita l'operatività a decorrere dal 23 ottobre 2005 delle "Norme tecniche per le costruzioni", la cessazione dalla stessa data della fase transitoria di applicazione dell'OPCM n. 3274/2003 e s.m.i. e l'avvio di un periodo transitorio di 18 mesi, nel quale è ammessa in alternativa, l'applicazione della normativa precedente sulla medesima materia di cui alla legge 5 novembre 1971 n. 1086 e legge 2 febbraio 1974 n. 64 e relative norme tecniche di attuazione.

Con medesimo atto viene anche stabilito che, a decorrere dal 23 ottobre 2005, al fine di avviare la fase sperimentale di applicazione della normativa tecnica di cui al punto 1, trova attuazione la classificazione sismica dei Comuni della regione, stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274/2003, in via di prima applicazione e comunque fino alla deliberazione regionale di individuazione delle zone sismiche.

L'operatività della classificazione sismica di tutto il territorio regionale, sia pure in via di prima applicazione, comporta significativi effetti per quanto riguarda i contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, in merito al compito di concorrere alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione.

La Regione Emilia Romagna è in fase di approvazione di un atto d'indirizzo e coordinamento tecnico che fornisce i criteri per la valutazione della risposta sismica locale e di microzonazione sismica del territorio che dovranno essere osservati nella pianificazione territoriale ed urbanistica.

Le Norme Tecniche per le costruzioni stabiliscono che il progettista ha il compito di definire l'azione sismica sulle costruzioni, generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocando la risposta dinamica, che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e prestazioni attese.

L'azione può essere descritta mediante accelerogrammi o mediante spettri di risposta.

Vengono inoltre definiti due diversi stati limite di verifica: lo stato limite ultimo e lo stato limite di danno.

Sotto l'effetto dell'azione sismica allo stato limite ultimo, le strutture degli edifici, pur subendo danni di rilevante entità negli elementi strutturali, devono mantenere una residua resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e dei carichi verticali.

Sotto l'effetto dell'azione sismica allo stato limite di danno, le costruzioni nel loro complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali, ivi comprese le apparecchiature rilevanti alla funzione dell'edificio, non devono subire danni ed interruzioni

d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza maggiore dell'azione sismica allo stato ultimo e quindi una significativa probabilità di verificarsi più volte nel corso della durata utile dell'opera.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale; in mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni fornita dalla normativa.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s ovvero sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media C_u .

La normativa definisce inoltre una suddivisione del territorio nazionale in zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica.

I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Le condizioni litologiche del suolo e l'accelerazione di gravità (assieme a fattori di smorzamento) definiscono lo spettro di risposta elastico, che da la descrizione del moto sismico di fondazioni.

Con la nuova classificazione sismica il Comune di Bomporto viene classificato in **zona 3**, quindi a bassa sismicità.



Il **D.M. 11/03/1988** - "NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITA' DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI E LE PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE E IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E DELLE OPERE DI FONDAZIONE", stabilisce che le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche siano sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove e che in corso d'opera sia verificata la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, differendo eventualmente il progetto esecutivo.

Solo nel caso di interventi di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale opera-terreno, che ricadano in zone già note, la caratterizzazione geotecnica potrà fare riferimento a dati e notizie esistenti, sui quali potrà basarsi la progettazione.

I risultati delle indagini, degli studi e dei calcoli devono essere esposti in una relazione geotecnica, che costituisce parte integrante degli atti progettuali.

La **CIRC. LL.PP. 24/09/1988 N° 30483** - "NORME TECNICHE PER TERRENI E FONDAZIONI ISTRUZIONI APPLICATIVE" fornisce le istruzioni operative per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 11 marzo 1988, 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.

A questi riferimenti normativi si aggiunge il DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni", entrate in vigore a partire dal 5 marzo 2008.



SPANDIMENTO LIQUAMI ZOOTECNICI

La Regione Emilia-Romagna, anticipando la legislazione nazionale nel recepimento delle indicazioni della Direttiva CE 91/676, si è dotata di una normativa in grado di tutelare e salvaguardare le risorse idriche dal pericolo di inquinamento da nitrati provenienti in particolare dal settore agricolo.

La distribuzione sul suolo dei liquami o di altri effluenti provenienti da imprese zootecniche, è regolamentata dalla **L.R. 24.04.95 n. 50** e dal Piano stralcio di settore del piano territoriale per il risanamento e la tutela delle acque per il comparto zootecnico (art. 4, comma 4, L.R. 36/88). La L.R. n°50/1995 e la L.R. n° 21/1998 disciplinano le modalità di spandimento sul suolo dei liquami provenienti da imprese agricole dedite all'allevamento zootecnico, le procedure per il rilascio delle autorizzazioni, lo staccaggio degli effluenti di allevamento e il regime sanzionatorio.

Tutti gli allevatori che effettuano lo spandimento su suolo ad uso agricolo dei liquami, indipendentemente dalla quantità prodotta e dalla specie animale allevata, sono tenuti a munirsi di autorizzazione allo spandimento su suolo agricolo.

La documentazione deve essere presentata alla Provincia, in quanto ente competente, e in copia a Comune ed ARPA in allegato alla domanda in materia edilizia ogni volta che il progetto preveda un aumento della superficie allevabile, ovvero una modifica della consistenza dell'allevamento.

Qualora l'aumento non sia legato ad una modifica strutturale sottoposta al procedimento in materia edilizia, (è il caso, per es., della riconversione dell'allevamento da una specie animale ad un'altra), rimane comunque l'obbligo di presentare la documentazione relativa allo spandimento.

Sono previsti due procedimenti amministrativi in funzione delle caratteristiche dell'allevamento

La domanda di autorizzazione con procedimento completo è obbligatoria per :

- i titolari di allevamenti suinicoli con produzione annua di liquame superiore a 500 mc;
- i titolari di allevamenti suinicoli con produzione annua di liquame inferiore a 500 mc, ma il cui spandimento avviene su terreni ricadenti in comuni eccedentari;
- i titolari di allevamenti di bovini da latte insediatisi dopo il 10.05.1976 con produzione annua di liquame superiore a 500 mc e di acque di lavaggio di strutture ed attrezzature zootecniche superiore a 1000 mc;
- i titolari di allevamenti di altre specie animali con produzione annua di liquame superiore a 500 mc e di acque di lavaggio di strutture ed attrezzature zootecniche superiore a 1000 mc.

La denuncia di inizio attività di spandimento è obbligatoria per :

- i titolari di allevamenti suinicoli con produzione annua di liquame inferiore a 500 mc (se lo spandimento avviene su terreni ricadenti in comuni eccedentari deve essere invece presentata la domanda di autorizzazione);
- i titolari di allevamenti di bovini da latte insediatisi prima del 10.05.1976

- i titolari di allevamenti di bovini da latte insediatisi dopo il 10.05.1976 con produzione annua di liquame inferiore a 500 mc e di acque di lavaggio di strutture ed attrezzature zootecniche inferiore a 1000 mc;
- i titolari di allevamenti di altre specie animali con produzione annua di liquame inferiore a 500 mc e di acque di lavaggi di strutture ed attrezzature zootecniche inferiore a 1000 mc.

Sono esentati dall'obbligo di presentare la domanda di autorizzazione o la denuncia di inizio attività di spandimento:

- i titolari di allevamenti di animali di affezione;
- i titolari di allevamenti di tipo familiare per esclusivo autoconsumo;
- i titolari di allevamenti che, per tipologia o tecniche di allevamento, non producono effluenti liquidi ma solo letame o assimilati, così come classificato dall'art. 2 lettera b) della L.R. 50/95.

Per i titolari di allevamenti suinicoli c'è inoltre l'obbligo di presentazione del Piano di Utilizzazione Agronomica (P.U.A.) se l'allevamento ha potenzialità superiore a 80 tonnellate di peso vivo allevato, è ubicato in zona vulnerabile ed i terreni su cui effettua lo spandimento ricadono in toto o in parte nell'area di conoide dichiarata a alto rischio di crisi ambientale. Il P.U.A. deve inoltre essere presentato se l'allevamento, di potenzialità superiore a 160 tonnellate di peso vivo allevato, è ubicato in zona vulnerabile e i terreni non ricadono in area di conoide.

Con D.M. 7 aprile 2006 sono stati emanati dal Ministero delle Politiche agricole e forestali i "Criteri e norme tecniche per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento"; col Decreto suddetto viene demandata alle Regioni la "disciplina specifica" delle attività di utilizzazione agronomica, sulla base dei criteri e delle norme tecniche generali emanate con il citato decreto. In particolare le disposizioni regionali attuative del decreto 7 aprile 2006, fra l'altro, devono stabilire:

- A) i tempi e le modalità di effettuazione della comunicazione, prevedendo procedure semplificate nonché specifici casi di esonero dall'obbligo di comunicazione per le attività di minor impatto ambientale;
- B) le norme tecniche di gestione degli effluenti e di effettuazione delle operazioni di utilizzo agronomico;
- C) gli orientamenti per l'adozione di adeguate tipologie di trattamento degli effluenti nelle aree con alta densità di allevamenti zootecnici;
- D) i criteri e le procedure di controllo, ed il sistema informativo di supporto;

Con Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 96 del 16 gennaio 2007 è stato approvato, da parte della Regione Emilia Romagna, il documento "Disposizioni attuative del decreto 7 aprile 2006 - Programma d'azione per le zone vulnerabili da nitrati da fonte agricola - Criteri e norme tecniche per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento".



VINCOLI DERIVANTI DA PIANI SOVRAORDINATI

P.T.A. - PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, il **Piano di Tutela delle Acque (PTA)**, conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della Regione e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo.

Da sottolineare che il Piano, approvato nel dicembre 2005, non è ancora stato adeguato rispetto al D.Lgs 152/06 recante "Norme in materia ambientale" e s.m.i., che di fatto ha sostituito il D.Lgs 152/99.

Il Piano di Tutela delle Acque costituisce lo strumento di pianificazione a disposizione delle Pubbliche Amministrazioni e della Regione in particolare, per il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee e recepiti dalla normativa italiana; di fatto è lo strumento mediante il quale la Regione Emilia Romagna, in adeguamento ai principi generali espressi dalla L. 36/94 persegue la tutela ed il risanamento delle acque superficiali, marine e sotterranee.

In particolare il Piano individua gli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici e gli interventi volti a garantire il loro raggiungimento o mantenimento, nonché le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico.

Con riferimento alle N.T.A. al Titolo II il P.T.A. detta le "Misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità" individuando programmi e misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici (Cap. 1) e per specifica destinazione (Cap. 2); in particolare, vengono individuati i Corpi idrici significativi (art. 16), specificati gli obiettivi di qualità ambientale da raggiungere, ai sensi del D.Lgs 152/99, entro il 31 dicembre 2016 (art. 17 - data modificata dal D. Lgs 152/06 e portata al 22 dicembre 2015), i Programmi di misure per il raggiungimento degli stessi (art. 18) e le Misure di salvaguardia (art. 19). Vengono inoltre classificati i Corpi idrici a specifica destinazione (art. 21), le Acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (art. 22), le Acque destinate alla balneazione (art. 23), le Acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci (art. 24), le Acque destinate alla vita dei molluschi (art. 25).

Al Titolo III le norme tecniche riportano "Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica", definendo la Disciplina degli scarichi (Cap. 1), le Misure di tutela per le zone vulnerabili da nitrati d'origine agricola (Cap. 2), la Disciplina delle attività di utilizzazione agronomica (Cap. 3), le Misure di tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici (Cap. 4), le Misure di tutela per le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari (Cap. 5), la Disciplina per la salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano (Cap. 7); in particolare, con riferimento all'area in studio, sono oggetto di specifica individuazione e di specifiche disposizioni normative le "zone vulnerabili da nitrati d'origine agricola" (artt. 30, 31, 32, 33) e le aree destinate alla tutela qualitativa e quantitativa delle acque destinate al consumo umano (artt. 42, 43, 44, 45, 46), suddivise in:

- zone di tutela assoluta delle captazioni e delle derivazioni;
 - zone di rispetto delle captazioni e delle derivazioni
- e le zone di protezione, distinte in
- zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura;
 - zone di protezione delle acque superficiali;
 - zone di protezione delle acque sotterranee in territorio collinare-montano.

Per le disposizioni relative alle zone di tutela assoluta e alle zone di rispetto delle captazioni e derivazioni, la normativa di Piano (art. 42), rimanda alla specifica Direttiva regionale, mentre per le zone di protezione, all'interno di ogni zona sono individuate le

- aree di ricarica della falda;
- emergenze naturali della falda;
- zone di riserva.

Il PTA individua la delimitazione delle aree di ricarica delle zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura e delle zone di protezione delle acque superficiali, che sono riportate negli elaborati di piano; sono invece demandate ai PTCP e loro varianti le delimitazioni delle aree di ricarica delle zone di protezione delle acque

sotterranee in territorio collinare-montano, l'individuazione delle emergenze naturali della falda, la delimitazione delle zone di riserva (su proposta di delimitazione delle ATO territorialmente competenti), l'individuazione delle zone di tutela assoluta e delle zone di rispetto delle captazioni, da effettuarsi secondo le disposizioni della Direttiva regionale.

Con specifico riferimento al territorio in esame si segnala che:

- 1) per quanto riguarda le *zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura*, sono articolate in aree di ricarica della falda (alimentazione), la cui delimitazione viene riportata nella Tav. 1 del PTA, a loro volta suddivise in
 - settori di ricarica di tipo A: aree caratterizzate da ricarica diretta della falda, generalmente a ridosso della pedecollina, idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;
 - settori di ricarica di tipo B: aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabili come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;
 - settori di ricarica di tipo C: bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B,
 - settori di ricarica di tipo D: fasce adiacenti agli alvei fluviali con prevalente alimentazione laterale subalvea;

accanto alle aree di ricarica si individuano inoltre, le emergenze naturali della falda (fontanili) e le zone di riserva, da individuarsi ad opera dei PTCP, coincidenti con aree potenzialmente sfruttabili.

Le disposizioni normative riguardanti le zone di protezione suddette sono finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee, in riferimento all'utilizzo idropotabile delle stesse. In particolare, in riferimento al territorio in studio, l'art. 45 delle norme tecniche stabilisce che in tutti i settori delle aree di *ricarica delle falda* le attività agrozootecniche vanno effettuate nel rispetto delle disposizioni delle stesse NTA del PTA, alle quali le Province possono apportare ulteriori restrizioni, sulla base di specifici approfondimenti; vanno censiti, ad opera delle Province, i centri di pericolo approvati dal PTA che possono incidere sulla qualità della risorsa idrica, secondo l'allegato 1 del Cap. 7 e predisposti eventuali misure di messa in sicurezza o riduzione del rischio. Nei settori di ricarica di tipo A, B e D, l'esercizio delle attività estrattive per le quali alla data di approvazione del PTA non è stata ancora approvata la convenzione, va effettuato in modo tale da non comportare rischi di contaminazione della falda; per le attività non sono inoltre ammessi tombamenti di invasi di cava con terreni eccedenti i limiti di qualità stabiliti per legge e nei settori di ricarica di tipo D le attività estrattive vanno finalizzate prioritariamente al recupero idraulico al fine di ripristinare e ristabilire il rapporto idraulico fiume-falda. Nei settori di ricarica di tipo D non sono ammesse scariche di rifiuti, pericolosi e non, mentre nei settori di ricarica di tipo B sono consentite scariche limitatamente a rifiuti non pericolosi, subordinandone la realizzazione a verifica di compatibilità idrogeologica a scala reale. Per le aree non urbanizzate, spetta al PTCP la definizione delle quote e/o dell'ubicazione delle aree destinabili a successive urbanizzazioni, in base al criterio di tutelare il processo di ricarica della falda dai fenomeni di impermeabilizzazione, mentre per le aree non urbanizzate ma destinate all'urbanizzazione da strumenti urbanistici comunali vigenti o adottati alla data di entrata in vigore del PTA e nelle aree che saranno destinate all'urbanizzazione in conformità alle disposizioni del PTCP, gli strumenti urbanistici comunali devono prevedere misure per la tutela quantitativa e qualitativa della risorsa idrica indicando

le attività consentite (divieto di attività comportanti scarichi pericolosi), le modalità di realizzazione delle infrastrutture tecnologiche (reti fognarie separate, idonei impianti di depurazione, recapito dell'impianto di depurazione in altro corpo idrico o a valle della derivazione) e delle infrastrutture viarie (divieto di recapito delle acque di dilavamento delle strade nel corpo idrico a monte della captazione); nelle aree già urbanizzate le Amministrazioni Comunali, devono prevedere misure per la riorganizzazione della rete fognaria e la messa in sicurezza della rete viaria, anche per insediamenti ed infrastrutture presenti nelle aree a destinazione rurale.

Il P.T.A. costituisce quindi piano stralcio di settore dei Piani di bacino del fiume Po e d'altra parte, definisce gli "Obbiettivi e livelli di prestazione richiesti alla pianificazione infraregionale delle Province", in coerenza con i quali, le Province, attraverso i PTCP, vanno a perfezionare il dispositivo del P.T.A.

Come stabilito dall'art. 10 comma 4 delle N.T.A. del PTA, "successivamente all'adeguamento dei PTCP e dei PIAE al PTA, i Comuni sono tenuti a recepirne le prescrizioni nei loro strumenti di pianificazione urbanistica generale e nei PAE.



P.A.I. - AUTORITA' DI BACINO FIUME PO

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del Fiume Po con Del. N° 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM 24 maggio 2001, ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico ed idrogeologico del bacino idrografico, le fasce fluviali, le aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Obiettivo prioritario del P.A.I. è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il Piano rappresenta lo strumento che consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico, coordinando le determinazioni precedentemente assunte con:

- il Piano Stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici, nonché per il ripristino delle aree di esondazione - PS 45,
- il Piano stralcio delle Fasce Fluviali - PSFF,
- il Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato- PS 267, in taluni casi precisandoli e adeguandoli al carattere integrato e interrelato richiesto al piano di bacino.

I contenuti del Piano si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti e interventi e misure non strutturali (norme di uso del suolo e regole di comportamento).

La parte normativa regola le condizioni di uso del suolo secondo criteri di compatibilità con le situazioni a rischio e detta disposizioni per la programmazione dell'attuazione del Piano stesso. L'apparato normativo del Piano è rappresentato dalle Norme di attuazione, che contengono indirizzi e prescrizioni e dalle Direttive di piano.

L'insieme di interventi definiti riguardano:

- la messa in sicurezza dei centri abitati e delle infrastrutture,
- la salvaguardia delle aree naturali di esondazione dei corsi d'acqua;
- la limitazione degli interventi artificiali di contenimento delle piene;
- gli interventi di laminazione controllata;
- gli interventi diffusi di sistemazione dei versanti;

- la manutenzione delle opere di difesa, degli alvei e del territorio montano;
- la riduzione delle interferenze antropiche con la dinamica evolutiva degli alvei e dei sistemi fluviali.

Rispetto ai Piani precedentemente adottati il PAI contiene per l'intero bacino:

- il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d'acqua, rispetto a quelli già individuati nel PS45;
- l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;
- la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico e quindi:
- il completamento, rispetto al PSFF, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino;
- l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano non considerata nel PS267.

L'ambito territoriale di riferimento è costituito dal sistema idrografico dell'asta del Po e dei suoi affluenti.

Il fiume Panaro, in quanto affluente in destra del fiume Po, rientra nel quadro dei corsi d'acqua oggetto di delimitazione delle fasce fluviali e come tale sottoposto al Titolo II della normativa di Piano "Norme per le Fasce Fluviali".

Con riferimento alla Tav. QC.6/T1., nei territori comunali che rientrano nel bacino del fiume Po, vengono delimitate:

Fascia di deflusso della piena (Fascia A) - costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente di piena di riferimento, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Fascia di esondazione (Fascia B) - esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento; il limite di tale fascia si estende sino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Per il tratto relativo al fiume Panaro, compreso entro i territori in esame, il limite della fascia B coincide con quello della fascia A, trattandosi di corso d'acqua arginato.

Aree di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) - costituisce la porzione di territorio esterna alla precedente (fascia B), che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

Entro la fascia A sono vietate: attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio; la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22; la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue; le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523; la realizzazione di complessi

ricettivi all'aperto; il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere. Sono per contro consentite: i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate; gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica; le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena; i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui; la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore; i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione; il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia; il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave; il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22; l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo; l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Entro la Fascia B sono vietati: gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente; la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22; in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi consentiti per la fascia A: gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia; gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente; l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e s.m.i.; il completamento degli esistenti impianti

di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

L'intero territorio comunale è compreso entro la perimetrazione della fascia C; la fascia A, che in quest'area coincide con la fascia B, è invece presente a ridosso dei due corsi d'acqua Secchia e Panaro, entro le aree arginate dei due fiumi.



PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE - PTCP 2009 **(approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 46 del 18/03/2009)**

Art. 9 Zone di Tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua

Comprende quegli ambiti appartenenti alla regione fluviale, intesa come quella *porzione contermina agli alvei di cui all'art. 10 del PTCP e caratterizzata da fenomeni morfologici, idraulici, naturalistico-ambientali e paesaggistici connessi all'evoluzione attiva del corso d'acqua o come testimonianza di una sua passata connessione;* la definizione delle fasce di tutela, individuando un ambito connesso al fiume dal punto di vista idraulico, morfologico, ambientale e paesaggistico, coinvolge inoltre anche alcuni contesti attualmente degradati ed apparentemente non più legati al corso d'acqua, ma indispensabili ai fini della ricostituzione della continuità delle fasce fluviali.

Le disposizioni normative dell'articolo 9 del PTCP propongono, per le zone di tutela ordinaria, l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene e la conservazione e il miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali e storico-culturali direttamente connesse all'ambito fluviale per garantire la sicurezza idraulica e la tutela e valorizzazione delle risorse naturali e paesistiche.

Le disposizioni dell' Art. 9 si applicano alle delimitazioni individuate nella Carta n. 1.1 del PTCP, che comprendono:

A) **Fasce di espansione inondabili** - individua le *fasce di espansione adiacenti all'alveo di piena, costituite da golene e/o aree normalmente asciutte, ma suscettibili di inondazione in caso di eventi eccezionali con tempi di ritorno plurisecolare, ovvero interessate da progetti di nuova risagomatura e riprofilatura. Le fasce di espansione inondabili si identificano:*

- *nei tratti arginati dei fiumi Panaro e Secchia, con l'area costituita da golene e/o aree normalmente asciutte;*
- *per i fiumi Secchia e Panaro, nei rimanenti tratti e per gli altri corsi d'acqua naturali, con le aree come delimitate nella carta 1.1. del PTCP.*

Per le aree ricadenti nelle fasce di espansione inondabili (tratti arginati dei fiumi Panaro e Secchia), in applicazione delle disposizioni del Piano Stralcio Fasce Fluviali, sono vietati: gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di vaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di vaso in area idraulicamente equivalente; l'apertura di discariche pubbliche e private, il deposito di sostanze pericolose e di materiali a cielo aperto (materiali edilizi, rottami, autovetture e altro), lo stoccaggio dei liquami prodotti da allevamenti, gli impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, compresi gli stoccaggi provvisori, con l'esclusione di quelli temporanei conseguenti ad attività estrattive autorizzate ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte

dal dispositivo di autorizzazione; in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi e abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Nelle "Fasce di espansione inondabili", fermo comunque restando quanto previsto dalle altre disposizioni del PTCP, sono ammesse unicamente, nel rispetto di ogni altra disposizione di legge o regolamentare in materia, e comunque previo parere favorevole dell'Ente od Ufficio preposto alla tutela idraulica: interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente, ivi compresa la ristrutturazione edilizia, che non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse e interventi di adeguamento igienico - funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto; il completamento delle opere pubbliche in corso, purché interamente approvate alla data di adozione del PTPR (29 giugno 1989) per gli ambiti da questo individuati, e alla data di adozione del PTCP per gli ulteriori ambiti da esso individuati; la realizzazione di infrastrutture tecniche di difesa del suolo, di canalizzazioni, di opere di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse; l'adeguamento funzionale degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti; l'effettuazione di opere idrauliche, sulla base di piani, programmi e progetti disposti dalle autorità preposte.

L'art. 9 stabilisce inoltre che nelle fasce di espansione inondabili e comunque per una fascia di 10 metri lineari dal limite degli invasi ed alvei di piena ordinaria dei laghi, dei bacini e dei corsi d'acqua naturali, al fine di favorire il formarsi della vegetazione spontanea e la costituzione di corridoi ecologici, nonché di consentire gli accessi tecnici di vigilanza, manutenzione ed esercizio delle opere di bonifica irrigazione e difesa del suolo, è inoltre vietata: la nuova edificazione di manufatti edilizi, quali rustici aziendali, interaziendali e altre strutture strettamente connesse alla conduzione del fondo agricolo e alle esigenze abitative di soggetti aventi i requisiti di imprenditori agricoli a titolo principale ai sensi delle vigenti leggi regionali, ovvero di dipendenti di aziende agricole e dei loro nuclei familiari; la realizzazione di impianti tecnici anche se di modesta entità, quali cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, impianti di pompaggio per l'approvvigionamento idrico, irriguo e civile, e simili; l'utilizzazione agricola del suolo che confligga con gli obiettivi del presente comma; l'attività di allevamento di nuovo impianto; i rimboschimenti a scopo produttivo e gli impianti per l'arboricoltura da legno.

B) Zone di tutela ordinaria - *che per gli alvei non arginati corrispondono alle aree dei terrazzi fluviali; per gli alvei-arginati, presenta una profondità relativamente ampia che, in assenza di limiti morfologici certi, è riconducibile alla zona di antica evoluzione ancora riconoscibile, o a "barriere" di origine antropica, delimitanti il territorio agricolo circostante qualora questo presenti elementi connessi al corso d'acqua.*

Nelle zone di tutela ordinaria, qualora siano previste in strumenti di pianificazione nazionali, regionali o provinciali, nel rispetto di ogni altra disposizione di legge o regolamentare in materia, e comunque previo parere favorevole dell'ente od ufficio preposto alla tutela idraulica delle fasce di espansione inondabili, sono ammesse unicamente: *linee di comunicazione viaria, ferroviaria ed idroviaria; impianti atti alla trasmissione di segnali radiotelevisivi e di collegamento nonché impianti rete e puntuali per le telecomunicazioni; invasi ad usi plurimi; impianti per l'approvvigionamento idrico nonché quelli a rete per lo scolo delle acque e opere di captazione e distribuzione delle acque ad usi irrigui; sistemi tecnologici per la produzione e il trasporto dell'energia e delle materie prime e/o dei semilavorati; approdi e porti per la navigazione interna; aree attrezzabili per la balneazione; opere temporanee per attività di ricerca nel sottosuolo che abbiano carattere geognostico.*

Nelle zone di tutela ordinaria sono comunque consentiti: qualsiasi intervento sui manufatti edilizi esistenti, qualora definito ammissibile dagli strumenti urbanistici in conformità alla L.R. 20/2000 e s.m.i.; gli interventi nei complessi turistici all'aperto esistenti, finalizzati ad adeguarli ai requisiti di sicurezza richiesti; il completamento delle opere pubbliche in corso, purché interamente approvate alla data di adozione del PTPR (29 giugno 1989) per gli ambiti da questo individuati, e alla data di adozione del PTCP per gli ulteriori ambiti da esso individuati; l'ordinaria utilizzazione agricola del suolo e l'attività di allevamento, quest'ultima esclusivamente in forma non intensiva qualora di nuovo impianto, nonché la realizzazione di strade poderali ed interpoderali di larghezza non superiore a 4 metri lineari, di annessi rustici aziendali ed interaziendali e di altre strutture strettamente connesse alla conduzione del fondo e alle esigenze abitative di soggetti aventi i requisiti di imprenditori agricoli a titolo principale ai sensi delle vigenti leggi regionali, ovvero di dipendenti di aziende agricole e dei loro nuclei familiari; la realizzazione di infrastrutture tecniche di bonifica montana e di difesa del suolo, di canalizzazioni, di opere di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse; la realizzazione di impianti tecnici di modesta entità, quali cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, impianti di pompaggio per l'approvvigionamento idrico, irriguo e civile, e simili, di modeste piste di esbosco e di servizio forestale, di larghezza non superiore a 3,5 metri lineari, strettamente motivate dalla necessità di migliorare la gestione e la tutela dei beni forestali interessati, di punti di riserva d'acqua per lo spegnimento degli incendi, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle predette opere.

Il PTCP stabilisce che la pianificazione comunale od intercomunale può localizzare, nelle aree suddette, anche al fine di favorirne la fruizione per attività del tempo libero, scientifico-culturali e didattiche: parchi le cui attrezzature, anche destinate a scopi ricreativi, risultino di dimensioni contenute, siano compatibili con i caratteri naturali e paesistici dei luoghi, non comportino trasformazioni se non di lieve entità allo stato dei luoghi, siano amovibili e/o precarie, e con l'esclusione di ogni opera comportante impermeabilizzazione di suoli; percorsi e spazi di sosta pedonali per mezzi di trasporto non motorizzati; corridoi ecologici e sistemazioni a verde, destinabili ad attività di tempo libero; capanni per l'osservazione naturalistica, chioschi e costruzioni amovibili e/o precarie per la balneazione nonché depositi di materiali e di attrezzi necessari per la manutenzione di tali attrezzature, esclusivamente nelle aree appositamente individuate dal Piano; eventuali attrezzature necessarie alla razionalizzazione dell'espletamento delle funzioni di protezione civile qualora localizzate in contiguità di aree già a tal fine utilizzate e destinate dalla strumentazione urbanistica vigente.

Gli interventi finalizzati alla difesa idraulica ed alla manutenzione di invasi ed alvei, dovranno in ogni caso attenersi a criteri di basso impatto ambientale e ricorrere, ogni qualvolta possibile, all'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica, ai sensi della Direttiva Regionale assunta con Deliberazione della Giunta Regionale n. 3939 del 6/9/1994.

Zone di tutela ordinarie sono individuate, all'interno del territorio comunale, per il fiume Panaro (restano comunque esclusi l'abitato di Bomporto e di Solara), per il fiume Secchia (resta escluso l'abitato di Sorbara), per il Canale Naviglio, il Cavo Minutara, il Cavo Argine, il Canale di Gronda, il Cavo Fiumicello ed la Fossa di San Pietro; sono inoltre state individuate fasce di espansione inondabili per i fiumi Secchia e Panaro e nella zona compresa tra il Naviglio (a nord), il Cavo Argine (ad ovest) ed il Cavo Minutara (ad est)

Art. 10 Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua

La definizione degli ambiti costituenti gli alvei e invasi di laghi, bacini e corsi d'acqua del PTCP, è stata effettuata in recepimento, per i tratti interessati, dei contenuti del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, emanato ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183 e s.c., e ricercando una coerenza con i criteri proposti per l'individuazione delle fasce fluviali da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Po nella elaborazione del Piano Stralcio.

In particolare, tale ambito viene definito con riferimento agli invasi ed alvei di piena ordinaria, intesi come sede prevalente, per la piena secolare di riferimento del deflusso corrente, ovvero costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena; il limite è esteso fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici della piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento) dimensionate per la stessa portata.

Nelle aree di media e bassa pianura, ove tutti i corsi d'acqua hanno un regime artificiale con scorrimento pensile sul piano di campagna contenuto tra argini, il problema dell'individuazione dell'alveo risulta assai semplice, in quanto può riferirsi agevolmente ad ambiti ben definiti e contenuti dal sistema arginale ed alla sezione di vaso ormai storicamente definita e consolidata.

In generale sono stati individuati e perimetrati gli alvei ed invasi di laghi, bacini e corpi idrici superficiali che presentano caratteri di significativa rilevanza idraulica, morfologica e paesistica, intesi come *sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso corrente, ovvero costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena comprendenti:*

- *per i fiumi Secchia e Panaro, la fascia di deflusso della piena, in conformità al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali di cui alla L. n. 183 del 18/5/89;*
- *corsi d'acqua artificiali della pianura;*
- *altri corsi d'acqua naturali classificati torrenti e rii dalla CTR, individuati anche ai sensi del terzo comma dell'art. 34 delle Norme del P.T.P.R.;*

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

Negli invasi ed alvei dei corsi d'acqua sono vietate: le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio che non siano strettamente connesse alle finalità previste dal PTCP; l'apertura di discariche pubbliche e private, il deposito di sostanze pericolose e di materiali a cielo aperto (edilizio, rottami, autovetture e altro) ancorché provvisorio, nonché l'apertura di impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.; gli stoccaggi provvisori, con l'esclusione di quelli temporanei conseguenti all'estrazione di materiale litoide autorizzata derivata dagli interventi di difesa e sistemazione idraulica di cui all'art. 2 comma 2 della L.R. 17/1991 e s.m.i.; la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti, fatto salvo l'adeguamento degli impianti esistenti alle normative vigenti, anche a mezzo di ampliamenti funzionali; le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le

sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto.

Negli invasi ed alvei sono ammessi esclusivamente: a. gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica; le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena.

Sono ammesse esclusivamente, nel rispetto di ogni altra disposizione di legge o regolamentare in materia, e comunque previo parere favorevole dell'ente od ufficio preposto alla tutela idraulica: la realizzazione delle opere connesse alle infrastrutture ed attrezzature previste dal PTCP, fermo restando che per le infrastrutture lineari e gli impianti, non completamente interrati, può prevedersi esclusivamente l'attraversamento in trasversale; il mantenimento, la ristrutturazione e la rilocalizzazione di capanni ed altre attrezzature per la pesca ovvero per il ricovero delle piccole imbarcazioni, purché amovibili e realizzate con materiali tradizionali, solamente qualora previste e disciplinate da strumenti di pianificazione provinciali o comunali od intercomunali, relativi in ogni caso all'intera asta fluviale interessata dalla loro presenza, in maniera da evitare ogni alterazione o compromissione del corso ordinario delle acque, ogni interruzione della normale risalita verso monte della fauna ittica, ogni intralcio al transito dei natanti ed ogni limitazione al libero passaggio di persone e mezzi di trasporto sui coronamenti, sulle banchine e sulle sponde; la realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, nonché di restauro e di risanamento conservativo, dei manufatti edilizi isolati aventi interesse storico-artistico o storico-testimoniale, che siano definiti ammissibili dagli strumenti urbanistici comunali; l'effettuazione di opere idrauliche, sulla base di piani, programmi e progetti disposti dalle autorità preposte.

Gli interventi finalizzati alla difesa idraulica ed alla manutenzione di invasi ed alvei, dovranno in ogni caso attenersi a criteri di basso impatto ambientale e ricorrere, ogni qualvolta possibile, all'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica, ai sensi della Direttiva Regionale assunta con deliberazione di Giunta Regionale n. 3939 del 6 novembre 1994.

Le estrazioni di materiali litoidi negli invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua sono disciplinate dall'art. 2 della legge regionale 18 luglio 1991, n. 17. Sono fatti salvi gli interventi necessari al mantenimento delle condizioni di sicurezza idraulica ed a garantire la funzionalità delle opere pubbliche di bonifica e di irrigazione. L'autorità preposta può disporre che inerti eventualmente rimossi, vengano resi disponibili per i diversi usi produttivi, unicamente in attuazione di piani, programmi e progetti finalizzati al mantenimento delle condizioni di sicurezza idraulica, conformi al criterio della massima rinaturalizzazione del sistema delle acque superficiali, anche attraverso la regolarizzazione piano-altimetrica degli alvei, la esecuzione di invasi golenali, la rimozione di accumuli di inerti in zone sovralluvionate, ove non ne sia previsto l'utilizzo per opere idrauliche e sia esclusa ogni utilità di movimentazione in alveo lungo l'intera asta fluviale.

All'interno del territorio comunale sono stati individuati invasi ed alvei relativi al fiume Panaro, al fiume Secchia, al Canale Naviglio, al Cavo Minutara, al Canale di Gronda, al Cavo Fiumicello ed alla Fossa di San Pietro.

Art. 23A "Particolari disposizioni di tutela di specifici elementi: dossi di pianura":

Secondo la definizione del PTCP, i dossi di pianura, rappresentano morfostrutture che per rilevanza storico testimoniale e/o consistenza fisica, costituiscono elementi di connotazione degli insediamenti storici e/o concorrono a definire la struttura planiziale sia

come ambiti recenti di pertinenza fluviale, sia come elementi di significativa rilevanza idraulica, influenti il comportamento delle acque di esondazione.

A seconda della loro diversa funzione e rilevanza, vengono distinti in:

- *paleodossi di accertato interesse percettivo e/o storico testimoniale e/o idraulico;*
- *dossi di ambito fluviale recente, coincidenti con le sedi degli attuali alvei fluviali principali;*
- *paleodossi di modesta rilevanza percettiva e/o storico testimoniale e/o idraulica.*

Il PTCP prescrive che:

- Nelle aree interessate da paleodossi di accertato interesse percettivo e/o storico testimoniale e/o idraulico, da dossi di ambito fluviale recente, ovvero da paleodossi di modesta rilevanza ritenuti meritevoli di tutela, non sono da escludere nuove previsioni urbanistiche di tipo residenziale, mentre nuove previsioni di tipo produttivo sono ammissibili purché compatibili con la struttura idraulica dei dossi stessi.
- La pianificazione comunale dovrà orientare l'eventuale nuova edificazione in modo da preservare l'assetto morfologico ed il microrilievo originario, i tratti esterni al tessuto edificato esistente da ulteriori significative impermeabilizzazioni del suolo, le aree di eventuale concentrazione di materiali archeologici, testimoniando l'occupazione antropica dei territori di pianura e l'assetto storico insediativo e tipologico degli abitati esistenti, prevedendo le nuove edificazioni preferibilmente all'interno delle aree già insediate o in stretta contiguità con esse.
- La realizzazione di infrastrutture, impianti e attrezzature tecnologiche a rete o puntuali, comporterà l'adozione di accorgimenti costruttivi, tali da garantire una significativa funzionalità residua della struttura tutelata, sulla quale si interviene; gli interventi di rilevante modifica all'andamento planimetrico o altimetrico dei tracciati infrastrutturali, andranno accompagnati da uno studio di inserimento e valorizzazione paesistico ambientale.
- Nelle aree interessate da paleodossi di accertato interesse, da dossi di ambito fluviale recente, ovvero da paleodossi di modesta rilevanza, ritenuti meritevoli di tutela, non sono invece ammesse nuove discariche per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, speciali ed assimilati, impianti di smaltimento o di stoccaggio per le stesse tipologie di materiali (salvo che detti impianti ricadano all'interno di aree produttive esistenti e che risultino idoneamente attrezzate), le attività estrattive, le attività produttive ricomprese negli elenchi di cui al D.M. 5/09/94 se e in quanto suscettibili di pregiudicare la qualità e la protezione della risorsa idrica. La previsione di nuove attività di quest'ultimo tipo o l'ampliamento di quelle esistenti, qualora tale esigenza non risulti altrimenti soddisfacibile tramite localizzazioni alternative, dovrà essere corredata da apposite indagini geognostiche e relative prescrizioni attuative che garantiscano la protezione della risorsa idrica. Costituiscono eccezione le porzioni di dossi di ambito fluviale recente all'interno delle zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi bacini e corsi d'acqua, per le quali valgono le disposizioni di cui all'art. 17 del PTCP e nelle quali la pianificazione infraregionale di cui all'art. 6 della L.R. 17/91, può prevedere attività estrattive in conformità a quanto previsto dallo stesso PTCP (art. 35).

All'interno del territorio comunale di Bomporto, la Carta 1.1 del PTCP, individua strutture di "dossi di ambito fluviale recente, coincidenti con le sedi degli attuali alvei fluviali principali" (lungo le aste dei fiumi Secchia e Panaro) e paleodossi di modesta rilevanza percettiva e/o storico testimoniale e/o idraulica.

L'individuazione cartografica dei paleodossi di modesta rilevanza percettiva e/o storico testimoniale e/o idraulica nelle tavole del PTCP, costituisce documentazione analitica di riferimento per i Comuni che, in sede di pianificazione, possono verificarne la diversa

rilevanza percettiva e/o storico-testimoniale attraverso adeguate analisi, al fine di stabilire su quali di tali elementi valgano le tutele definite dalla normativa di Piano.

Le delimitazioni operate dai Comuni, con riferimento ai paleodossi di modesta rilevanza percettiva e/o storico testimoniale e/o idraulica, costituiscono adempimento di cui all'art. 20 comma 2 del P.T.P.R. a livello comunale ed eventuali ridefinizioni di delimitazioni difformi da quelle individuate dal P.T.C.P., non costituiscono variante grafica allo stesso Piano.

A tale proposito si segnalano alcune difformità nell'individuazione spaziale di alcune strutture di dosso, operata nell'ambito del presente studio, rispetto a quanto riportato nella cartografia del PTCP; le maggiori differenze riguardano la perimetrazione dei dossi fluviali e il loro stato di attività. Sebbene la localizzazione dei dossi e le rispettive direttrici siano molto simili nelle due fonti, il PTCP sovrastima, rispetto a Giusti, la larghezza del dosso più occidentale, soprattutto nel suo tratto nord-orientale: il paleodosso si allarga maggiormente verso ovest, mentre il dosso sembra approssimare il perimetro di quello riportato da Giusti. Il dosso che unisce Sorbara a Solara è sottostimato, in lunghezza, dal PTCP, mentre i dossi, che in Giusti sono rappresentati nei lati nord-occidentale e sud-occidentale del territorio comunale, non sono contemplati dal PTCP.

Art. 11 Sostenibilità degli insediamenti rispetto alla criticità idraulica del territorio

Con l'Art. 11 il PTCP definisce le direttive e gli indirizzi da applicare in particolari ambiti, ottenuti dalla suddivisione del territorio di pianura in aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica.

Relativamente al territorio comunale di Bomporto, sono stati individuati i seguenti ambiti:

AREE A1) aree ad elevata pericolosità idraulica rispetto alla piena cinquantennale, corrispondente alle fasce di rispetto, individuate in relazione alle diverse altezze arginali.

Classe di altezza arginale	Fascia di rispetto
$h \leq 5 \text{ m}$	$\Delta = 150 \text{ m.}$
$5 \text{ m} < h \leq 10 \text{ m}$	$\Delta = 250 \text{ m.}$
$h > 10 \text{ m.}$	$\Delta = 320 \text{ m.}$

In tale area un'onda di piena disalveata compromette gravemente il sistema insediativo, produttivo e infrastrutturale, provocando danni ingenti al patrimonio insediativo ed infrastrutturale; nel territorio comunale di Bomporto tale fascia presenta una profondità di 150 m per il fiume Panaro e 250 m per il fiume Secchia.

AREE A2) aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo A, con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 m. Tali aree si trovano in comparti morfologici allagabili e sono caratterizzate da condizioni altimetriche particolarmente critiche; nel territorio comunale sono presenti aree A2 nella zona nord occidentale, compresa tra Case Barbieri ed il Bottegone e nella zona ad ovest di Gorghetto - San Michele, oltre che nella zona meridionale, in corrispondenza dei Prati di San Clemente.

AREE A3) aree depresse ad elevata criticità idraulica situate in comparti morfologici allagabili, ma caratterizzate da condizioni altimetriche meno critiche della classe precedente, ed aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili. E' compresa in quest'area tutta la restante parte del territorio comunale.

Per l'ambito A1, il PTCP demanda alla pianificazione comunale, in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici:

- la verifica del livello di pericolosità e vulnerabilità idraulica in rapporto al sistema insediativo presente e di progetto;
- la definizione, in relazione al livello di pericolosità e vulnerabilità individuati degli utilizzi ammissibili e delle limitazioni relative agli interventi edilizi ed urbanistici con particolare riferimento alle zone di nuova urbanizzazione;
- la definizione con elaborati adeguati delle misure di controllo in atto o da adottare, al fine di rendere compatibili gli interventi di trasformazione del suolo e delle destinazioni d'uso previste;
- la verifica di cui alla lettera a), anche per le aree di cui al comma 3, art. 17 del PTCP - attuazione del P.T.P.R.

Negli ambiti A1 e A2 i Comuni attraverso i regolamenti comunali, indicheranno l'utilizzo di adeguati suggerimenti edificatori atti a diminuire la pericolosità per le persone residenti negli edifici di tali aree quali: la presenza di scale interne di collegamento tra i diversi piani dell'edificio, la limitazione di vani interrati quali garage o taverne ecc.

Per gli ambiti A2 e A3, con particolare riferimento alle aree interessate da rilevanti nuovi insediamenti produttivi, il PTCP demanda alla pianificazione comunale l'individuazione degli interventi tecnici da adottare sia per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali, sia per mantenere una ottimale capacità di smaltimento del reticolo di scolo legato al sistema della rete dei canali di bonifica. Dovrà essere previsto il drenaggio totale delle acque meteoriche con il sistema duale, cioè un sistema minore, costituito dai collettori fognari destinati allo smaltimento delle acque nere e di parte di quelle bianche, e un sistema maggiore, costituito dalle vie di acque superficiali (anche vasche volano, taratura delle bocche delle caditoie, estensione delle aree verdi) che si formano in occasione di precipitazioni più intense di quelle compatibili con la rete fognaria.

Per gli ambiti A1, A2, A3, il PTCP suggerisce inoltre che gli strumenti di pianificazione comunale si dotino di uno studio idrologico-idraulico che definisca gli ambiti soggetti ad inondazioni per tempi di ritorno prefissati e che permetta di verificare il grado di pericolosità e di criticità individuato dal PTCP stesso, esaminando un tratto di corso d'acqua significativo che abbia riferimento con l'area di intervento. Lo studio dovrà inoltre verificare gli eventuali fenomeni di ristagno per le diverse aree di intervento. Nelle aree soggette ad inondazione per piene con tempi di ritorno prefissati e soggette a fenomeni di ristagno, dovranno essere inoltre individuati gli interventi necessari a riportare ad un livello accettabile il rischio di inondazione e il rischio di ristagno. Essi dovranno essere compatibili con la situazione idraulica dell'ambito territorialmente adiacente alle zone di intervento.

Negli ambiti A1, A2 e A3 il Comune dovrà inoltre attivare una puntuale pianificazione dell'emergenza, finalizzata alla limitazione del rischio per la popolazione residente.

Si ricordano inoltre i seguenti articoli, di cui la Pianificazione comunale deve debitamente tenere conto nella formazione dei propri strumenti.

Art. 13 B - Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica

- Comma 1. - Disciplina degli scarichi (art. 101 D.Lgs. 152/06 e s.m.i.)
- Comma 2. - Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia (art. 113 D.Lgs. 152/06 e art. 28 delle norme del PTA), intese come *"quelle dilavate dalle superfici impermeabili scoperte di strade, piazzali, aree esterne di pertinenza d'insediamenti industriali e commerciali, coperture piane utilizzate: esse trasportano carichi inquinanti che possono comportare rischi idraulici e ambientali rilevanti, in particolare per i corpi idrici superficiali nei quali hanno recapito. Sono inoltre*

sottoposte a disciplina, considerato il carico inquinante veicolato, le acque meteoriche transitanti nei collettori fognari unitari prima delle loro immissioni in corpi idrici superficiali attraverso i manufatti scolmatori di piena"; (si veda Allegato 1.8. alle NTA del PTCP);

- Comma 3. - Disposizioni tecniche per la progettazione dei sistemi fognario-depurativi appropriati; (si veda Allegato 1.8. alle NTA del PTCP);
- Comma 4. - Misure di tutela per le Zone Vulnerabili da Nitrati d'origine agricola artt. 29, 30 delle norme del PTA) e per le zone non vulnerabili (art. 34 delle norme del PTA).

Art. 13 C - Misure per la tutela quantitativa della risorsa idrica

- Comma 2. - Misure per il risparmio idrico (Titolo IV, Capitolo 2 delle norme del PTA)

Art. 77 - Uso razionale e risparmio delle risorse idriche

- Comma 1. - sostenibilità degli insediamenti rispetto alla capacità delle reti idriche di smaltimento; si deve tendere a garantire il rispetto dei seguenti requisiti:
 - 1.1 allacciamento alla rete fognaria e convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o di recapito finale per tutti gli insediamenti ricadenti all'interno dell'agglomerato urbano;
 - 1.2 officiosità idraulica delle reti fognarie principali adeguata ai deflussi di acque bianche e nere in essere e previsti;
 - 1.3 potenzialità dell'impianto o degli impianti di depurazione adeguata ai carichi idraulici e inquinanti in essere e previsti con utilizzo delle migliori tecnologie esistenti ad elevati rendimenti, valutando l'opportunità di realizzare sistemi di fitodepurazione ove possibile come ulteriore stadio del processo di depurazione comunque in riferimento alla disciplina degli scarichi
 - 1.4 portata di magra dei recettori finali degli scarichi in uscita dagli impianti di depurazione tale da garantire un livello di diluizione e di qualità delle acque adeguato agli usi a cui sono destinate e comunque adeguato agli obiettivi di qualità
 - 1.5 officiosità dei corpi idrici ricettori finali (nelle aree di pianura) adeguata alla portata di piena delle acque meteoriche, in rapporto alla estensione delle impermeabilizzazioni esistenti e previste.
- Comma 2. - Comuni in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici dovranno corredare tali strumenti, con particolare riferimento alle nuove previsioni insediative, con
 - a. uno studio sul bilancio idrico di area che valuti la domanda e la disponibilità di risorse, la capacità del sistema fognario depurativo di convogliare gli scarichi e di trattarli, in rapporto agli obiettivi di qualità ambientale di cui alle NTA del PTCP;
 - b. indicazioni in merito agli interventi tecnici da adottare per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali e della ricarica delle acque sotterranee;
 - c. valutazioni di ordine idraulico in merito alla capacità di smaltimento del reticolo di scolo legato al sistema della rete dei canali di bonifica, promuovendo la disconnessione fra la rete idrografica naturale e/o rete di bonifica ed il reticolo fognario, attraverso la deviazione delle acque provenienti dall'area non urbanizzata a monte del loro ingresso in ciascun agglomerato urbano o, qualora non possibile, il loro deflusso senza interconnessioni con il sistema scolante urbano;
 - d. indicazioni sull'indice massimo di impermeabilizzazione ovvero un valore minimo di permeabilità residua per i nuovi comparti edificatori;
 - e. disposizioni che limitino, in aree interessate da falda subaffiorante, gli interventi edilizi comportanti la realizzazione di interrati e/o seminterrati che necessitano il

drenaggio in continuo delle acque di falda, e conseguente allontanamento delle stesse attraverso il sistema di drenaggio urbano.

- Comma 4. - al fine di garantire la sicurezza idraulica urbana, tutti i comuni della provincia di Modena con più di 5.000 abitanti devono dotarsi di un Piano-Programma di sicurezza idraulica e ambientale urbana da inserire nel POC, che definisca gli interventi di adattamento della rete scolante artificiale alle mutate condizioni climatiche ambientali e di capacità di scolo;
- Comma 5. - In sede di adeguamento dei Regolamenti Urbanistico-Edilizi i Comuni provvedono ad introdurre norme che:
 - a. indicano i requisiti obbligatori/cogenti per gli interventi di nuova costruzione nonché per quelli sul patrimonio edilizio esistente in materia di risparmio idrico;
 - b. indicano quali requisiti raccomandati per gli interventi di nuova costruzione nonché per quelli sul patrimonio edilizio esistente quelli rispondenti alle tecniche dell'Architettura bioecologica o bioedilizia.



PIAE (Piano Infraregionale per le Attività Estrattive)

Il Piano Infraregionale delle Attività Estrattive della Provincia di Modena non individua ambiti estrattivi all'interno del territorio comunale.

6.4 VALUTAZIONE DELLE CRITICITÀ E DELLE EMERGENZE GEOLOGICO-AMBIENTALI

L'analisi complessiva del sistema ambientale suolo, sottosuolo e acque ha avuto, quale risultato conclusivo, l'individuazione degli elementi di criticità e peculiarità del territorio dell'Associazione comunale, che si è valutato, definiscano, seppur con diversi gradi, limiti e condizioni alla trasformazione del territorio.

A tal fine è stata elaborata la carta delle "Emergenze, criticità, limiti e condizioni alla trasformazione" (Tav. QC.6/T2), nella quale sono stati individuati gli elementi di criticità e di emergenza, distinti a seconda che definiscano fattori escludenti la trasformazione o semplicemente fattori che condizionano e/o limitano la trasformazione del territorio.

Con riferimento all'elaborato prodotto sono stati individuati:

1) Elementi che escludono la trasformazione del territorio

- Aste dei corsi d'acqua principali;
- Reticolo idrografico minore;
- Aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso;

2) Elementi che condizionano e/o limitano la trasformazione del territorio

- Dossi e paleodossi fluviali principali ($h > 2.0$ m): da salvaguardare ai fini sia della conservazione delle testimonianze geologiche, sia della tutela idraulica ed idrogeologica del territorio;
- Dossi e paleodossi fluviali principali ($h < 2.0$ m) : da salvaguardare ai fini sia della conservazione delle testimonianze geologiche, sia della tutela idraulica ed idrogeologica del territorio;
- Aree a debolissima pendenza con deflusso idrico difficoltoso;
- Aree caratterizzate da terreni aventi resistenza meccanica media del I° strato (1-4 m) $< 8 \text{ Kg/cm}^2$, ovvero con caratteristiche meccaniche scadenti per le quali sono necessari in fase attuativa maggiori approfondimenti diagnostici;
- Aree caratterizzate da terreni con resistenza meccanica del II° strato (4-7 m) e III° strato (7-10 m) inferiori a quelle del I° strato (1-4 m), ovvero aree sulle quali sono necessarie in fase attuativa maggiori approfondimenti diagnostici ed attente valutazioni dei cedimenti;
- Aree caratterizzate da liquefazione dei terreni molto probabile in caso di sisma ($F_s < 1$), ovvero aree sulle quali sono necessarie in fase attuativa maggiori approfondimenti diagnostici e verifica dell'effettiva occorrenza del fenomeno;
- Aree caratterizzate da liquefazione dei terreni possibile in caso di sisma ($1 \leq F_s < 1.25$), ovvero aree sulle quali sono necessarie in fase attuativa maggiori approfondimenti diagnostici e verifica dell'effettiva occorrenza del fenomeno;
- Aree in sofferenza idraulica non in grado di sopportare ulteriori carichi idraulici, che richiedono interventi idraulici di sgravio già allo stato di fatto;
- Aree in sofferenza idraulica non in grado di sopportare ulteriori carichi idraulici.

Nella cartografia elaborata non sono stati indicati i limiti e vincoli alle trasformazioni derivanti da strumenti sovraordinati, riportati invece nella Tav. QC.6/T1.

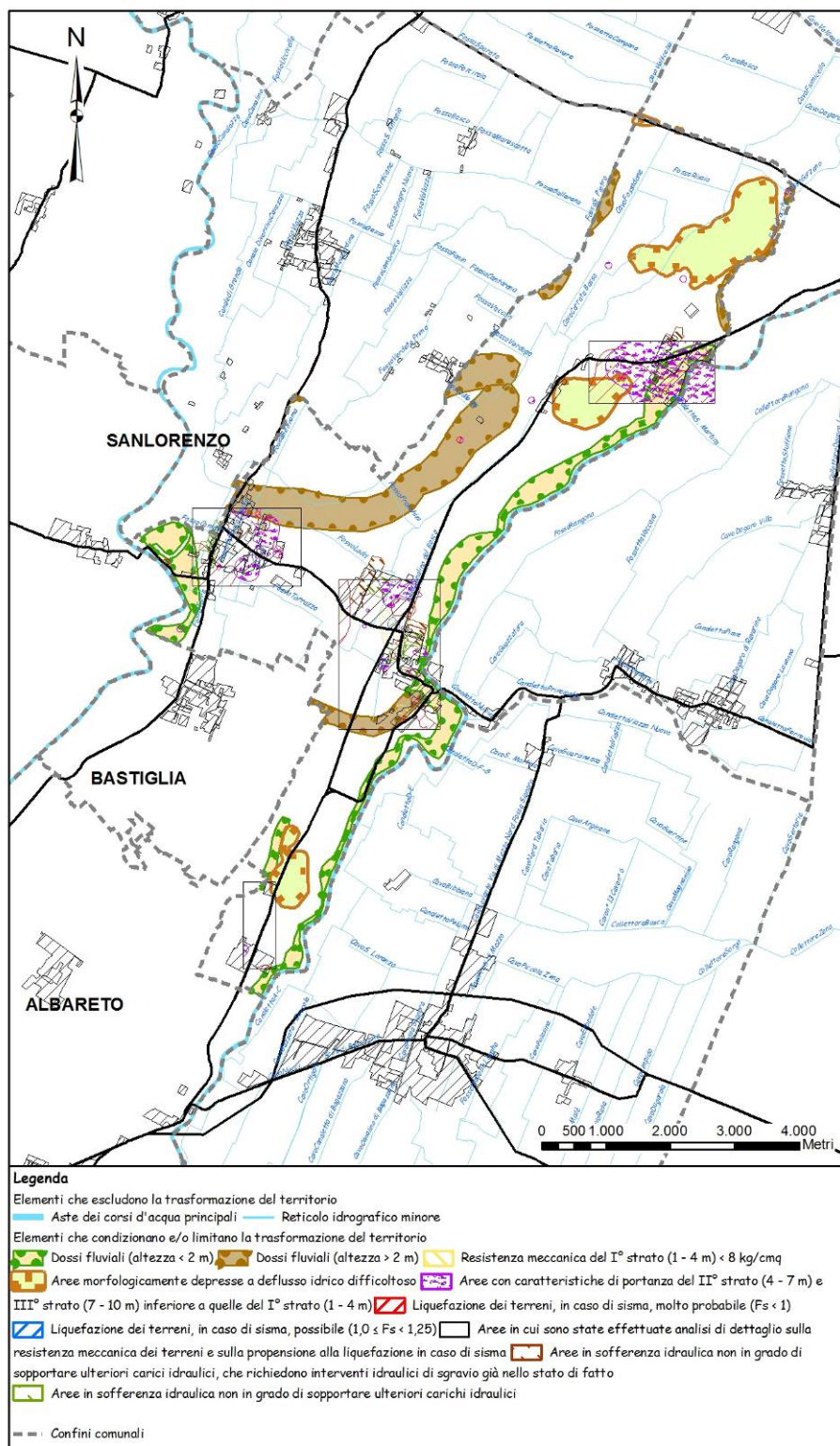


Fig. 6.51 - Emergenze e criticità: limiti e condizioni alla trasformazione (QC.6/T2) su base semplificata

CARTOGRAFIA DI ANALISI RIDOTTA IN FORMATO A3

APPENDICE 1a

1	INTRODUZIONE	166
1.1	Nota metodologica	166
2	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	167
2.1	BOMPORTO - Capoluogo - e SORBARA	167
2.2	BOMPORTO - SOLARA SAN MICHELE GORGHETTO	180
2.3	BOMPORTO - VILLAVARA	184
3	DATI DI INPUT	186
3.1	BOMPORTO - Capoluogo - e SORBARA	186
3.2	BOMPORTO - SOLARA SAN MICHELE GORGHETTO	188
3.3	BOMPORTO - VILLAVARA	190

1. INTRODUZIONE

Il presente allegato è composto da due parti: nella prima sono riportati i risultati delle simulazioni idrauliche condotte sul sistema fognario, mentre nella seconda sono riportati i dati di input del modello di simulazione.

1.1 Nota metodologica

I dati di input del modello di simulazione sono svariati: i più importanti sono le caratteristiche dei rami, dei bacini e gli scorrimenti delle tubazioni. Per poter inserire i dati riguardanti i bacini, ognuno di essi è stato fatto gravare su un nodo (punto di incontro di più tubazioni).

Il modello di simulazione fornisce come risultato per ogni ramo il valore della portata massima conseguente all'evento di pioggia critico Q_p e il rapporto tra questa e la portata massima potenziale della sezione terminale Q_{max} . È evidente che quando questo rapporto supera l'unità significa che la portata fluente attraverso la condotta in seguito all'evento di pioggia supera la capacità stessa della condotta, la quale va in pressione con conseguente possibilità di esondazione; il bacino in esame risulta quindi in condizioni ipercritiche.

Ora per poter capire la condizione idraulica di ogni singolo bacino si è proceduto in questo modo:

1. Si è guardato per ogni bacino il nodo sul quale è stato fatto gravare;
2. ad ogni nodo corrisponde quindi un ramo in uscita per il quale è possibile ricavare dal modello di simulazione il valore del rapporto Q_p/Q_{max} ;
3. in base al valore di tale rapporto è possibile attribuire un giudizio al ramo e quindi al bacino stesso.

Nel caso in cui all'interno di un bacino ricadano più rami è stato presa come riferimento la situazione peggiorativa.

Riportiamo un esempio a titolo esplicativo:

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
1	385	OTTIMO

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Q_p (m^3/s)	Q_p/Q_{max}
395	385	384	0,07	0,27

In tal caso il bacino n° 1 grava sul nodo n° 385, il ramo che ha origine nel tal nodo ha un rapporto Q_p/Q_{max} pari a 0,27, di conseguenza il bacino è in condizioni ottime da un punto di vista idraulico.

Nelle tabelle di seguito si riportano le caratteristiche principali dei bacini urbani, dei rami e i giudizi sul deflusso dei micro bacini urbani.

2. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

2.1 BOMPORTO -Capoluogo- E SORBARA

- Principali caratteristiche dei micro bacini urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)	N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)
1	113	0.7	266	86	0.6
10	114	0.3	267	83	0.5
12	118	0.5	268	81	1.1
13	119	0.2	269	91	0.6
14	115	0.8	270	92	0.4
18	117	0.5	271	90	0.2
21	116	0.3	272	85	1.0
41	102	0.2	273	82	0.7
42	103	0.1	274	78	0.8
43	101	0.1	275	216	0.8
44	104	1.5	276	79	0.3
189	105	0.5	277	237	0.5
204	106	0.5	278	221	0.2
205	107	0.2	279	236	0.3
240	217	0.2	280	235	0.3
241	110	0.2	281	234	0.3
242	112	0.2	282	97	0.3
243	111	0.2	283	239	0.3
244	122	0.3	284	220	0.3
245	123	1.1	285	238	0.3
246	124	0.1	286	219	0.1
247	121	0.2	287	95	1.0
248	126	0.6	288	96	0.1
249	125	0.2	289	233	0.3
250	128	0.1	290	232	0.4
251	127	0.2	291	98	0.1
252	129	0.7	292	93	0.2
253	130	0.2	293	94	0.2
254	120	0.2	294	99	0.1
255	218	0.2	295	77	0.8
256	109	0.2	296	76	0.8
257	108	0.3	297	70	0.4
258	131	0.1	298	73	0.8
259	133	0.8	299	74	0.5
260	132	0.4	300	75	0.5
261	134	0.4	301	71	0.5
262	84	0.1	302	72	0.5
263	89	0.5	303	69	0.7
264	87	0.2	304	68	0.5
265	88	0.6	305	67	0.5

N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)	N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)
306	66	0.1	349	144	0.8
307	100	0.4	350	143	0.8
308	80	0.4	351	141	0.8
309	212	1.2	352	142	0.8
310	207	1.2	353	226	1.0
311	210	0.5	354	161	0.4
312	214	0.6	355	160	0.4
313	215	0.6	356	225	0.4
314	213	0.6	357	162	0.4
315	211	0.5	358	164	0.4
316	208	0.5	359	166	0.3
317	209	0.5	360	165	0.3
318	138	8.0	361	187	0.3
319	140	6.0	362	182	0.4
320	139	5.0	363	181	0.3
321	137	5.0	364	177	0.3
322	136	5.0	365	178	0.4
323	135	1.0	366	174	0.4
324	56	2.0	367	176	0.3
325	55	1.0	368	175	0.3
326	54	0.5	369	180	0.1
327	231	3.0	370	185	0.5
328	227	1.0	371	222	0.5
329	228	1.0	372	223	0.5
330	149	0.6	373	224	0.5
331	153	0.6	374	186	0.5
332	146	0.5	375	184	0.5
334	155	0.4	376	179	0.1
335	147	0.5	377	183	0.4
336	157	0.4	378	196	0.1
337	159	0.4	379	188	0.1
338	158	0.4	380	169	0.3
339	156	0.4	382	195	2.0
340	192	1.2	383	197	1.0
341	193	2.0	384	198	3.0
342	194	2.1	385	229	1.5
343	191	1.2	386	230	2.1
344	190	1.2	387	199	2.0
345	150	0.6	388	206	2.0
346	151	0.6	389	202	0.7
347	152	0.6	390	201	0.1
348	154	0.6	391	200	0.4

N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)	N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)
392	168	0.1	447	445	0.4
393	167	0.1	448	444	0.3
396	203	0.1	454	451	1.4
397	145	0.1	455	452	1.4
398	36	0.5	456	449	1.4
399	34	0.5	457	453	1.4
400	33	0.5	459	458	3.0
401	35	0.5			
402	38	0.5			
403	32	0.5			
404	28	0.5			
405	29	0.5			
406	30	0.5			
407	31	0.5			
408	40	0.5			
409	9	0.5			
410	8	0.5			
411	6	0.5			
412	16	0.5			
413	7	0.1			
414	11	0.1			
415	15	0.2			
416	5	0.2			
417	2	0.2			
418	3	0.2			
419	19	0.2			
420	20	0.2			
421	22	0.2			
422	17	0.2			
423	26	0.2			
424	25	0.2			
425	24	0.2			
426	23	0.2			
427	27	0.2			
429	428	0.7			
431	430	0.5			
433	432	0.4			
440	436	1.2			
441	437	5.0			
446	443	0.6			

- Principali caratteristiche dei rami

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m ³ /s)	Qp/Qmax
2	3	2	0,22	1,05
4	5	4	0,04	0,47
6	6	16	0,03	0,16
7	8	6	0,14	0,99
8	9	8	0,16	0,08
12	16	7	0,30	1,03
19	20	19	0,10	0,88
22	23	24	0,11	0,56
23	24	17	0,43	0,76
24	17	22	0,36	0,14
25	25	17	0,43	0,24
26	26	25	0,46	0,12
28	27	23	0,86	0,23
29	28	29	0,03	1,12
30	29	30	0,22	0,13
31	34	33	0,76	0,25
32	32	33	0,89	0,05
33	33	35	0,56	0,11
34	36	35	0,09	0,37
39	11	37	0,14	0,18
40	37	31	0,55	0,03
41	31	30	0,35	0,76

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
42	35	30	0,41	0,69
44	38	40	0,02	0,56
45	40	39	0,20	0,92
50	45	46	0,48	0,06
51	46	47	0,25	0,77
52	47	48	0,30	0,02
53	48	49	0,02	0,43
54	49	50	0,27	0,32
55	50	51	0,18	0,21
56	51	52	0,22	0,29
57	52	53	0,40	0,65
58	53	54	0,50	0,52
59	55	54	0,21	0,78
60	56	55	0,65	0,15
61	54	57	0,65	0,34
62	57	58	0,47	0,91
63	58	59	0,47	0,85
64	59	60	0,75	1,04
65	61	59	0,61	0,17
66	62	61	0,61	0,24
67	63	62	0,83	0,44
68	64	63	0,23	0,17
69	65	64	1,22	0,23
70	66	65	1,12	0,91
71	67	66	1,04	1,01
72	68	67	0,91	0,07
73	69	68	0,71	0,07
74	70	69	0,19	0,29
75	72	68	0,66	1,15
76	71	67	1,02	0,21
77	75	74	0,63	1,19
78	74	73	0,21	0,26
79	73	69	0,21	1,01
80	77	76	0,23	1,04
81	76	70	0,91	0,06
82	78	79	0,22	0,06
84	80	70	0,22	1,12
85	81	82	0,22	1,11
86	83	81	0,02	0,05
87	84	83	0,13	1,02

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
88	89	87	0,13	0,20
89	87	86	0,15	0,10
90	83	86	0,28	0,13
91	88	87	0,14	0,25
92	86	91	0,74	0,09
93	91	85	0,55	0,11
94	90	85	0,55	1,05
95	85	82	0,55	0,14
96	82	79	0,09	0,71
97	92	91	0,09	0,96
98	93	94	0,05	0,34
99	99	93	0,14	0,42
100	98	99	0,05	0,34
101	96	98	0,05	0,45
102	95	96	0,02	0,25
104	79	100	0,08	0,24
105	100	80	0,08	0,39
106	94	100	0,06	0,15
107	103	101	0,15	0,09
108	102	101	0,74	0,14
109	101	104	0,78	0,55
110	104	105	0,00	0,00
111	105	106	0,59	0,26
112	106	107	0,19	0,47
113	107	109	0,03	0,45
115	109	108	0,05	0,28
116	110	111	0,15	0,11
118	111	112	0,12	0,32
119	117	116	0,21	0,69
120	115	116	0,21	0,30
121	116	114	0,11	0,24
122	113	114	0,11	0,51
123	114	118	0,05	1,10
124	118	112	0,05	0,18
125	119	118	0,38	0,29
126	123	122	0,34	0,86
127	112	122	0,25	0,13
128	122	121	0,17	0,10
129	124	121	0,17	0,18
130	126	120	0,08	0,12
131	120	109	0,44	0,42

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
132	121	125	0,17	0,25
133	125	120	0,39	0,10
134	127	128	0,18	0,71
135	129	128	0,32	0,72
136	132	134	0,55	0,03
137	134	131	0,30	0,33
138	133	131	0,58	0,33
139	131	130	0,27	0,97
140	130	125	0,66	0,19
141	128	130	0,43	0,15
143	136	135	0,05	0,79
144	138	137	0,05	1,04
145	137	136	0,25	0,35
146	140	139	0,23	0,37
147	139	137	0,37	1,00
148	144	141	0,14	0,04
149	143	142	0,07	0,32
150	141	142	0,07	0,19
153	147	145	0,07	0,37
155	149	153	0,02	0,01
157	151	150	0,03	0,03
158	153	150	0,05	0,49
159	150	152	0,05	0,48
160	154	152	0,33	0,09
161	155	156	0,29	0,12
162	157	156	0,24	0,32
163	156	158	0,26	0,99
164	159	158	0,29	0,02
165	158	160	0,30	0,08
166	161	162	0,07	0,19
167	160	162	0,24	0,66
169	162	164	0,27	0,99
170	166	165	0,77	0,27
172	164	167	0,35	0,16
173	168	167	0,10	0,02
174	167	169	0,21	0,03
176	152	160	0,06	0,08
177	165	169	0,27	0,06
184	173	38	0,33	0,55
185	176	174	0,11	1,09
186	175	174	0,15	1,12

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m ³ /s)	Qp/Qmax
187	177	178	0,13	0,27
188	174	178	0,11	0,24
189	178	179	0,51	0,32
190	181	182	0,51	0,44
191	182	183	0,09	0,00
192	179	183	0,42	0,26
193	180	179	0,30	0,03
194	184	180	0,30	0,97
195	185	184	0,33	0,47
196	186	184	0,33	0,60
197	183	187	0,26	0,12
198	187	188	0,35	0,27
199	169	188	0,09	0,81
200	192	191	0,10	1,09
201	190	191	0,26	0,05
203	191	188	0,09	0,65
204	193	194	0,00	0,00
205	194	187	0,09	0,12
206	196	188	0,26	0,65
208	197	195	0,01	0,22
209	198	45	0,17	0,53
212	145	200	0,00	0,00
213	202	201	0,18	0,29
214	201	200	0,09	0,90
215	199	201	0,05	0,14
218	206	203	0,04	0,36
220	203	173	0,24	0,13
221	208	209	0,01	0,10
222	209	210	0,03	0,07
223	210	207	0,01	0,11
224	211	210	0,34	1,01
225	207	212	0,38	0,16
226	212	80	0,41	0,31
227	213	214	0,00	0,00
228	214	212	0,15	0,41
229	215	214	0,03	1,11
230	216	79	0,15	1,08
231	217	111	0,58	0,69
232	218	120	0,11	0,27
233	97	219	0,02	0,81
234	219	94	0,02	0,53

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
235	98	219	0,02	0,18
238	195	198	0,02	0,51
239	196	195	0,04	0,39
240	223	224	0,11	0,36
241	222	186	0,01	1,06
242	224	186	0,01	0,04
243	225	162	0,01	0,03
244	142	226	0,07	0,34
245	226	145	0,06	0,73
246	227	228	0,04	0,21
247	228	229	0,11	0,15
248	229	230	0,28	0,02
250	231	228	0,04	0,16
251	23	25	0,04	0,11
252	19	2	0,05	0,54
253	22	20	0,09	0,40
254	2	15	0,18	0,66
255	15	16	0,41	0,02
256	5	7	0,52	0,10
257	230	206	0,52	0,11
258	37	39	0,72	0,13
259	232	99	0,62	0,08
260	233	96	0,65	0,04
261	238	219	0,11	0,09
262	220	238	0,20	1,00
263	239	220	0,05	0,25
264	221	239	0,05	0,29
265	237	221	0,11	0,33
266	236	239	0,05	0,18
267	235	220	0,10	0,90
268	234	238	0,08	0,25
269	200	203	0,04	0,06
270	30	7	0,04	0,19
271	4	163	0,04	0,02
272	7	11	0,08	0,17
274	428	128	0,13	0,18
275	430	123	0,05	1,16
276	432	130	0,05	0,08
277	135	434	0,05	0,21
278	434	435	0,30	0,36
279	436	437	0,39	0,24

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
280	437	438	0,65	0,52
281	438	439	0,09	0,04
282	146	147	0,05	0,03
284	443	444	0,03	0,01
285	444	180	0,12	0,04
286	445	444	0,02	0,01
287	451	449	0,03	0,08
289	449	450	0,08	0,00
290	39	450	0,14	0,00
291	450	45	0,08	0,05
292	453	449	0,04	0,04
293	452	449	0,08	0,12
294	458	231	0,29	1,15
1	66	148	0,27	0,00
3	173	170	0,54	0,39
9	108	171	0,61	0,00
10	196	172	0,50	0,71
11	450	333	0,49	0,71

- Giudizio sul deflusso dei bacini micro urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso	N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
1	113	OTTIMO	266	86	BUONO
10	114	IPERCritico	267	83	OTTIMO
12	118	OTTIMO	268	81	IPERCritico
13	119	OTTIMO	269	91	OTTIMO
14	115	OTTIMO	270	92	OTTIMO
18	117	OTTIMO	271	90	IPERCritico
21	116	OTTIMO	272	85	OTTIMO
41	102	ACCETTABILE	273	82	ACCETTABILE
42	103	OTTIMO	274	78	OTTIMO
43	101	BUONO	275	216	IPERCritico
44	104	OTTIMO	276	79	OTTIMO
189	105	OTTIMO	277	237	BUONO
204	106	OTTIMO	278	221	BUONO
205	107	OTTIMO	279	236	OTTIMO
240	217	OTTIMO	280	235	BUONO
241	110	BUONO	281	234	OTTIMO
242	112	OTTIMO	282	97	BUONO
243	111	OTTIMO	283	239	OTTIMO
244	122	OTTIMO	284	220	OTTIMO
245	123	OTTIMO	285	238	OTTIMO
246	124	OTTIMO	286	219	OTTIMO
247	121	OTTIMO	287	95	OTTIMO
248	126	OTTIMO	288	96	OTTIMO
249	125	CRITICO	289	233	OTTIMO
250	128	CRITICO	290	232	OTTIMO
251	127	OTTIMO	291	98	OTTIMO
252	129	OTTIMO	292	93	OTTIMO
253	130	OTTIMO	293	94	BUONO
254	120	OTTIMO	294	99	OTTIMO
255	218	OTTIMO	295	77	IPERCritico
256	109	OTTIMO	296	76	OTTIMO
257	108	OTTIMO	297	70	OTTIMO
258	131	OTTIMO	298	73	IPERCritico
259	133	OTTIMO	299	74	OTTIMO
260	132	OTTIMO	300	75	IPERCritico
261	134	OTTIMO	301	71	CRITICO
262	84	IPERCritico	302	72	IPERCritico
263	89	CRITICO	303	69	
264	87	OTTIMO	304	68	

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso	N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
306	66	CRITICO	355	160	BUONO
307	100	BUONO	356	225	BUONO
308	80	IPERCritico	357	162	BUONO
309	212	ACCETTABILE	358	164	OTTIMO
310	207	ACCETTABILE	359	166	BUONO
311	210	ACCETTABILE	360	165	CRITICO
312	214	CRITICO	361	187	BUONO
313	215	IPERCritico	362	182	BUONO
314	213	ACCETTABILE	363	181	OTTIMO
315	211	IPERCritico	364	177	OTTIMO
316	208	CRITICO	365	178	BUONO
317	209	CRITICO	366	174	OTTIMO
318	138	IPERCritico	367	176	IPERCritico
319	140	CRITICO	368	175	IPERCritico
320	139	IPERCritico	369	180	OTTIMO
321	137	ACCETTABILE	370	185	ACCETTABILE
322	136	ACCETTABILE	371	222	IPERCritico
323	135	IPERCritico	372	223	BUONO
324	56	OTTIMO	373	224	BUONO
325	55	CRITICO	374	186	OTTIMO
326	54	BUONO	375	184	OTTIMO
327	231	BUONO	376	179	ACCETTABILE
328	227	BUONO	377	183	OTTIMO
329	228	CRITICO	378	196	OTTIMO
330	149	BUONO	379	188	ACCETTABILE
331	153	OTTIMO	380	169	BUONO
332	146	BUONO	382	195	ACCETTABILE
334	155	BUONO	383	197	ACCETTABILE
335	147	BUONO	384	198	OTTIMO
336	157	BUONO	385	229	ACCETTABILE
337	159	BUONO	386	230	ACCETTABILE
338	158	OTTIMO	387	199	OTTIMO
339	156	OTTIMO	388	206	OTTIMO
340	192	OTTIMO	389	202	OTTIMO
341	193	OTTIMO	390	201	ACCETTABILE
342	194	OTTIMO	391	200	CRITICO
349	144	BUONO	392	168	OTTIMO
350	143	BUONO	393	167	OTTIMO
351	141	OTTIMO	396	203	OTTIMO
352	142	BUONO	397	145	ACCETTABILE
353	226	BUONO	398	36	ACCETTABILE
354	161	ACCETTABILE	399	34	ACCETTABILE

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso	N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
400	33	BUONO			
401	35	OTTIMO			
402	38	ACCETTABILE			
403	32	OTTIMO			
404	28	IPERCRITICO			
405	29	OTTIMO			
406	30	OTTIMO			
407	31	OTTIMO			
408	40	OTTIMO			
409	9	OTTIMO			
410	8	BUONO			
411	6	BUONO			
412	16	IPERCRITICO			
413	7	OTTIMO			
414	11	OTTIMO			
415	15	OTTIMO			
416	5	OTTIMO			
417	2	OTTIMO			
418	3	IPERCRITICO			
419	19	BUONO			
420	20	BUONO			
421	22	BUONO			
422	17	ACCETTABILE			
423	26	OTTIMO			
424	25	ACCETTABILE			
425	24	CRITICO			
426	23	OTTIMO			
427	27	BUONO			
429	428	CRITICO			
431	430	IPERCRITICO			
433	432	OTTIMO			
440	436	OTTIMO			
441	437	IPERCRITICO			
446	443	IPERCRITICO			
447	445	OTTIMO			
448	444	OTTIMO			
454	451	BUONO			
455	452	OTTIMO			
456	449	ACCETTABILE			
457	453	IPERCRITICO			

2.2 BOMPORTO -SOLARA SAN MICHELE GORGHETTO-

- Principali caratteristiche dei micro bacini urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)	N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)
67	56	1.4	104	27	0.08
68	66	0.7	105	16	0.3
69	53	1.1	106	16	0.43
70	58	0.2	107	31	0.86
71	54	0.8	108	28	0.82
72	60	0.6	109	29	0.81
73	59	0.74	110	38	0.17
74	63	0.2	111	37	0.17
75	62	0.8	112	33	0.45
76	57	0.07	113	39	1
77	43	0.5	114	48	0.9
80	17	4.4	116	115	0.53
81	34	1.8	124	120	0.30
82	35	1.1	125	119	0.39
83	19	0.6	126	118	0.36
84	22	0.17	127	79	0.56
85	23	0.25	128	78	0.51
86	24	0.24	129	117	0.25
87	21	0.52	130	121	0.78
88	3	1			
89	11	0.53			
90	5	1.7			
91	7	0.55			
92	10	0.2			
93	9	0.5			
94	6	1.86			
95	8	0.54			
96	2	0.7			
97	12	0.33			
98	13	0.37			
99	1	0.3			
100	41	0.84			
101	30	0.08			
102	15	0.04			
103	26	0.03			

- Principali caratteristiche dei rami

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
1	4	7	0,04	0,80
2	7	9	0,05	0,38
3	9	8	0,06	0,12
4	10	9	0,01	0,01
5	5	7	0,02	0,10
6	6	8	0,03	0,10
7	3	11	0,05	0,02
8	11	2	0,06	0,07
9	8	2	0,12	0,12
10	2	1	0,02	0,72
11	12	1	0,02	0,72
12	1	14	0,12	0,25
13	13	14	0,05	0,88
14	14	15	0,05	0,71
15	21	16	0,04	0,22
16	24	20	0,04	0,12
17	22	24	0,05	1,10
18	23	24	0,04	0,04
19	19	18	0,05	0,23
20	18	20	0,06	0,32
21	20	16	0,08	0,28
22	17	18	0,07	0,12
23	28	26	0,06	0,32
24	31	25	0,08	0,28
25	25	27	0,07	0,00
26	27	26	0,04	0,64
27	26	15	0,05	0,38
28	15	30	0,06	0,12
29	29	30	0,01	0,01
30	28	29	0,02	0,10
31	31	28	0,03	0,10
33	16	27	0,05	0,02
34	34	35	0,06	0,99
35	35	32	0,12	0,12
36	38	33	0,02	0,72
37	37	39	0,02	0,72
38	39	40	0,12	0,25
39	40	36	0,05	0,88

40	30	41	0,05	0,71
41	41	33	0,04	0,22
42	33	32	0,04	0,12
43	32	36	0,05	1,10
44	43	42	0,04	0,04
45	43	44	0,05	0,23
46	36	43	0,06	0,32
47	45	44	0,08	0,28
48	46	45	0,07	0,00
49	44	47	0,06	0,32
50	47	48	0,08	0,28
51	48	115	0,07	0,00
52	49	50	0,04	1,64
53	50	51	0,05	0,38
54	58	57	0,06	0,12
55	53	52	0,01	0,01
56	54	52	0,02	0,10
57	57	55	0,03	0,10
59	60	59	0,05	0,02
60	59	52	0,06	1,07
61	62	63	0,12	0,12
62	59	63	0,02	0,72
63	63	61	0,02	0,72
64	55	64	0,12	0,25
65	61	65	0,05	0,88
66	52	57	0,05	0,71
67	56	66	0,04	0,22
68	66	55	0,04	0,12
69	16	25	0,05	0,10
70	115	49	0,04	0,04
32	120	119	0,05	0,23
58	119	118	0,06	0,32
71	118	79	0,08	0,28
72	121	79	0,07	0,09
73	79	78	0,06	0,32
74	78	117	0,08	0,28
75	117	122	0,07	0,08

- Giudizio sul deflusso dei micro bacini urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
67	56	BUONO
68	66	BUONO
69	53	CRITICO
70	58	CRITICO
71	54	IPERCritico
72	60	IPERCritico
73	59	CRITICO
74	63	IPERCritico
75	62	CRITICO
76	57	CRITICO
77	43	IPERCritico
80	17	BUONO
81	34	BUONO
82	35	BUONO
83	19	BUONO
84	22	IPERCritico
85	23	CRITICO
86	24	CRITICO
87	21	BUONO
88	3	BUONO
89	11	CRITICO
90	5	BUONO
91	7	CRITICO
92	10	CRITICO
93	9	BUONO
94	6	BUONO
95	8	BUONO
96	2	BUONO
97	12	CRITICO
98	13	CRITICO
99	1	CRITICO
100	41	BUONO
101	30	BUONO
102	15	BUONO
103	26	BUONO
104	27	CRITICO
105	16	CRITICO
106	16	BUONO
107	31	BUONO

108	28	BUONO
109	29	BUONO
110	38	BUONO
111	37	BUONO
112	33	CRITICO
113	39	CRITICO
114	48	BUONO
116	115	BUONO
124	120	CRITICO
125	119	BUONO
126	118	CRITICO
127	79	CRITICO
128	78	BUONO
129	117	BUONO
130	121	BUONO

2.3 BOMPORTO -VILLAVARA

- Principali caratteristiche dei micro bacini urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Area totale (ha)
13	2	1.7
14	4	4.1
15	3	0.8
16	7	2.5
17	5	1.8
18	6	2.2
19	9	1

- Principali caratteristiche dei rami

N° ramo	N° Nodo di ingresso	N° nodo di uscita	Qp (m³/s)	Qp/Qmax
1	6	9	0,00	0,0
2	9	7	0,22	0,2
3	5	7	0,21	0,4
4	7	10	0,21	0,3
5	10	8	0,21	0,5
6	2	3	0,03	0,2
7	3	1	0,13	1,0
8	4	3	0,13	0,3
9	1	11	0,04	0,4
10	8	12	0,04	0,4

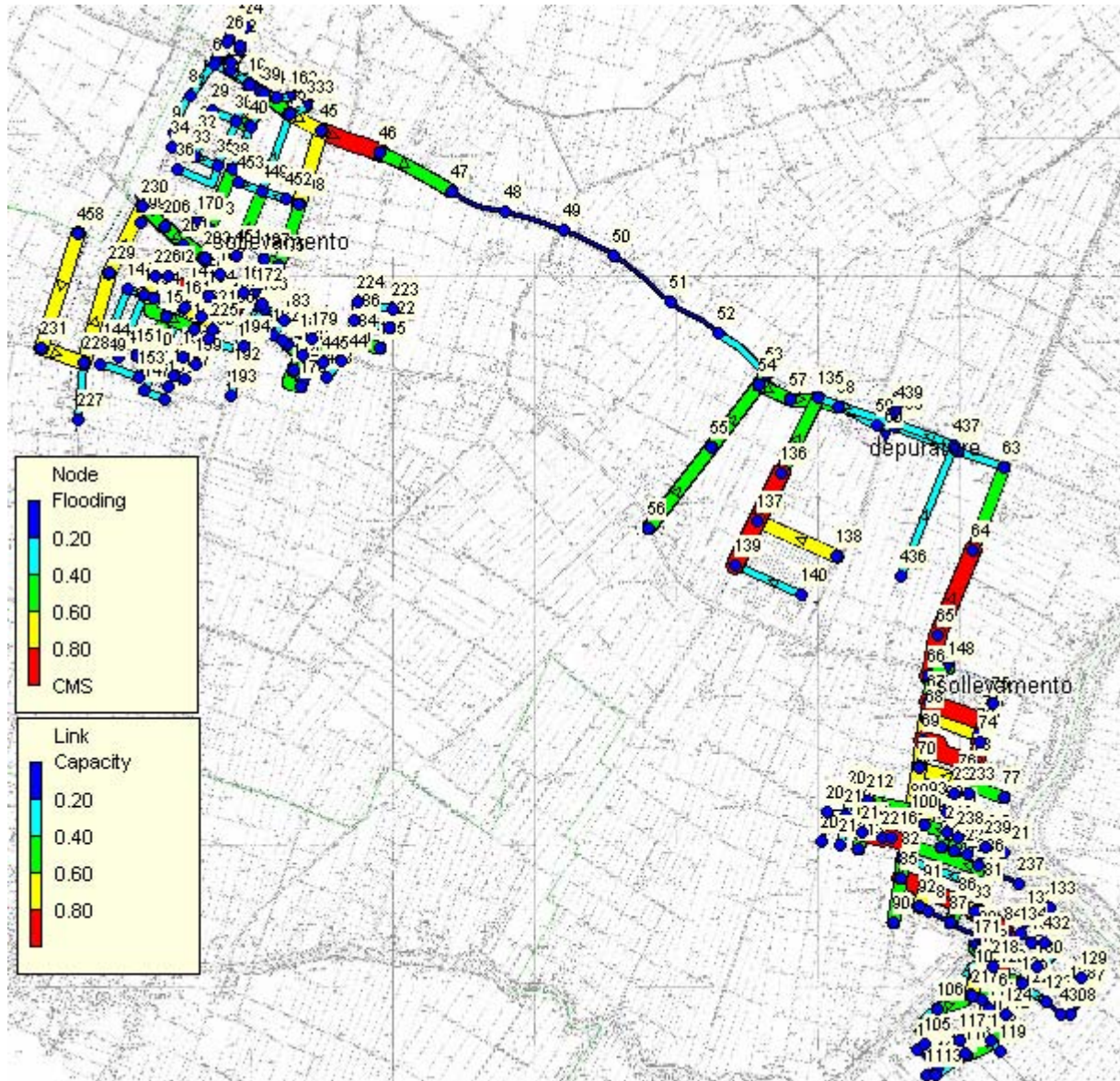
- Giudizio sul deflusso dei micro bacini urbani

N° Bacino	Nodo di ingresso	Giudizio sul deflusso
13	2	BUONO
14	4	OTTIMO
15	3	ACCETTABILE
16	7	BUONO
17	5	ACCETTABILE
18	6	BUONO
19	9	ACCETTABILE

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni ipercritiche

3. DATI DI INPUT

3.1 BOMPORTO -Capoluogo- E SORBARA



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.009)

Analysis Options

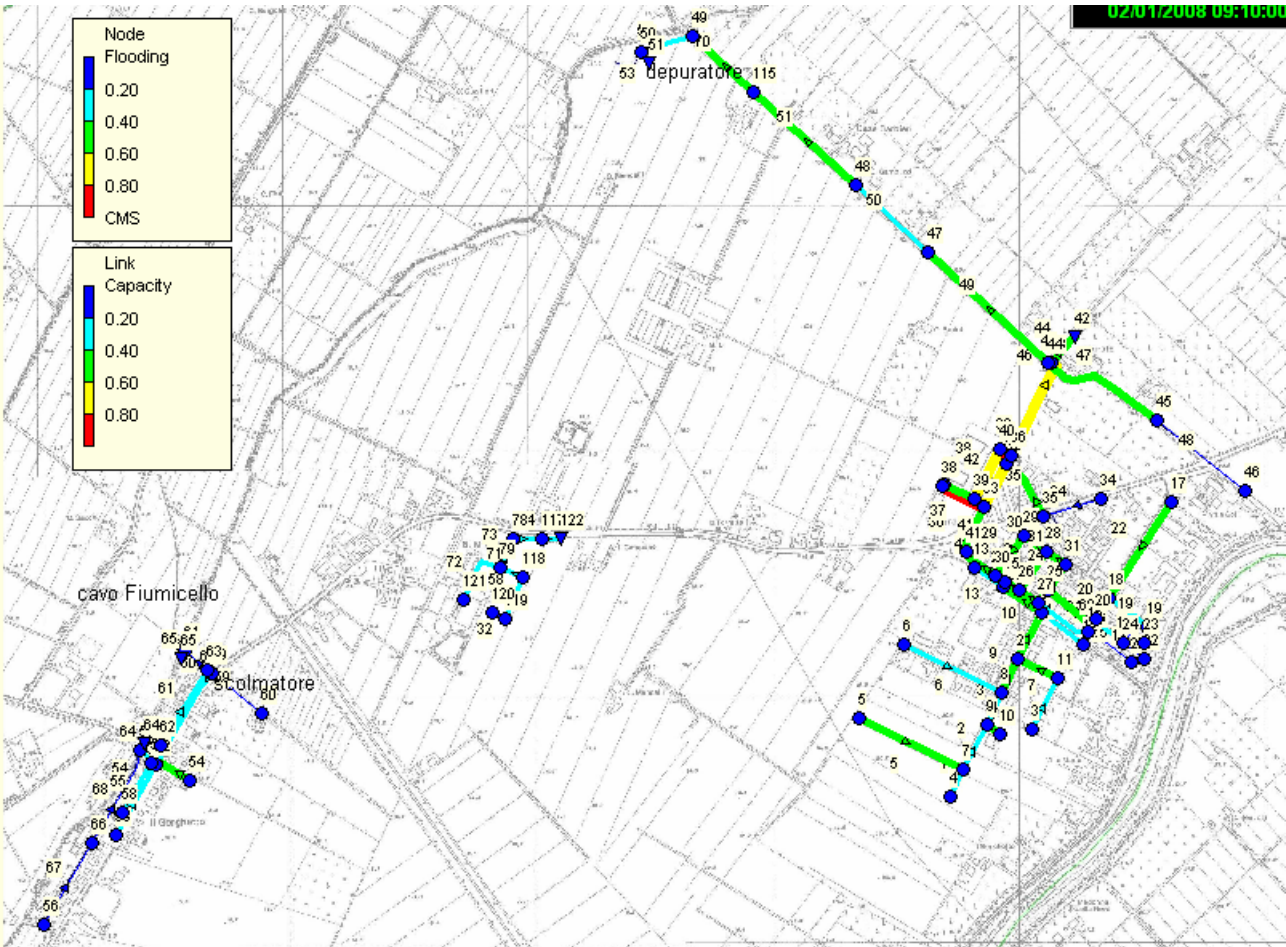
Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAY-22-2007 08:00:00
 Ending Date MAY-22-2007 22:00:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 30.00 sec

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	8.743	20.000
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.514	1.176
Surface Runoff	8.259	18.892
Final Surface Storage	0.007	0.015
Continuity Error (%)	-0.417	

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	Mliters
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	8.258	82.583
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	6.232	62.321
Surface Flooding	2.023	20.232
Evaporation Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	0.005	0.046
Continuity Error (%)	-0.019	

3.2 BOMPORTO - SOLARA SAN MICHELE GORGHETTO-



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.009)

Analysis Options

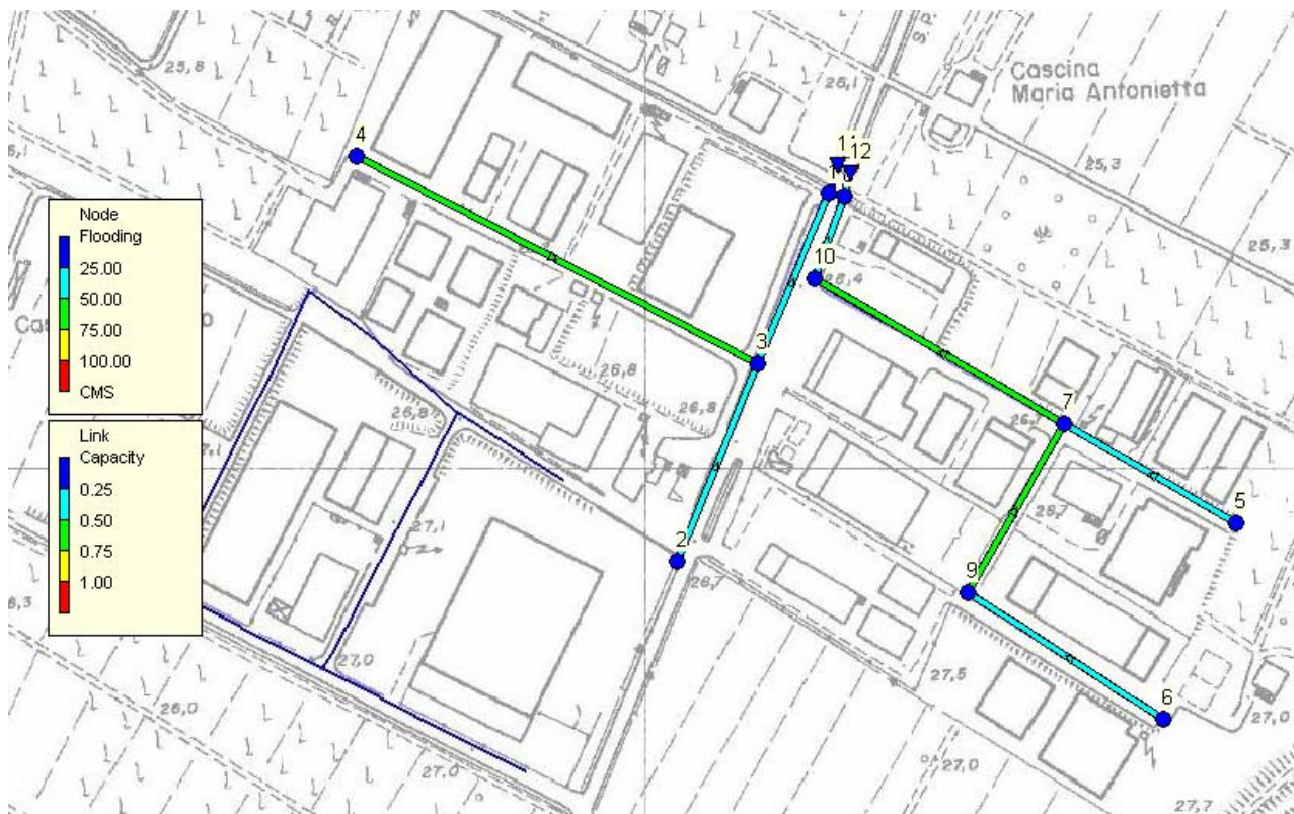
Flow Units CMS
Infiltration Method HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Starting Date MAY-22-2007 08:00:00
Ending Date MAY-22-2007 22:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:05:00
Wet Time Step 00:05:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 30.00 sec

*****			Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m			mm
*****			-----	-----
Total Precipitation	1.065		20.000	
Evaporation Loss	0.000		0.000	
Infiltration Loss	0.059		1.102	
Surface Runoff	1.011		18.974	
Final Surface Storage	0.000		0.009	

Continuity Error (%) -0.427

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	Mliters
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	1.011	10.107
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.377	3.770
Surface Flooding	0.634	6.337
Evaporation Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	0.000	0.003
Continuity Error (%)	-0.030	

3.3 BOMPORTO -VILLAVARA-



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.009)

Analysis Options

Flow Units CMS
Infiltration Method HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Starting Date MAY-22-2007 08:00:00
Ending Date MAY-22-2007 22:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:05:00
Wet Time Step 00:05:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 30.00 sec

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.145	20.000
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.005	0.717
Surface Runoff	0.141	19.439
Final Surface Storage	0.000	0.023
Continuity Error (%)	-0.893	

*****	Volume	Volume
-------	--------	--------

Flow Routing Continuity	hectare-m	Mliters
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.141	1.405
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.088	0.875
Surface Flooding	0.053	0.532
Evaporation Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	0.000	0.000
Continuity Error (%)	-0.104	

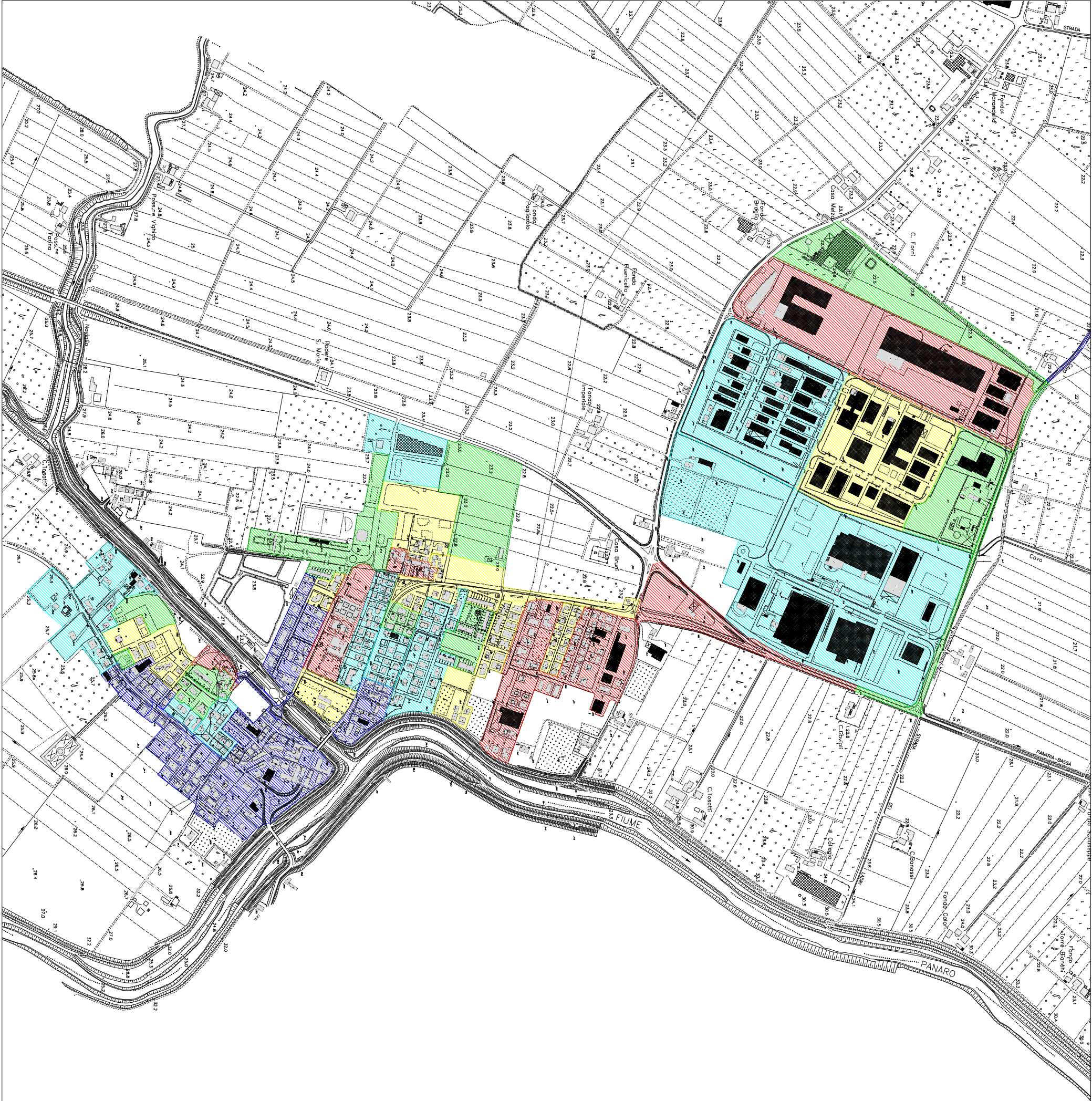
APPENDICE 1b

Allegato 2.1
Comune di Bomporto

Giudizio sui deflussi nei tratti di canalizzazione

	$Q_p \leq 0,4 Q_{max}$	Ottimo
	$0,4 Q_{max} < Q_p \leq 0,6 Q_{max}$	Buono
	$0,6 Q_{max} < Q_p \leq 0,8 Q_{max}$	Accettabile
	$0,8 Q_{max} < Q_p \leq 1,0 Q_{max}$	Critico
	$Q_p > 1,0 Q_{max}$	Ipercritico

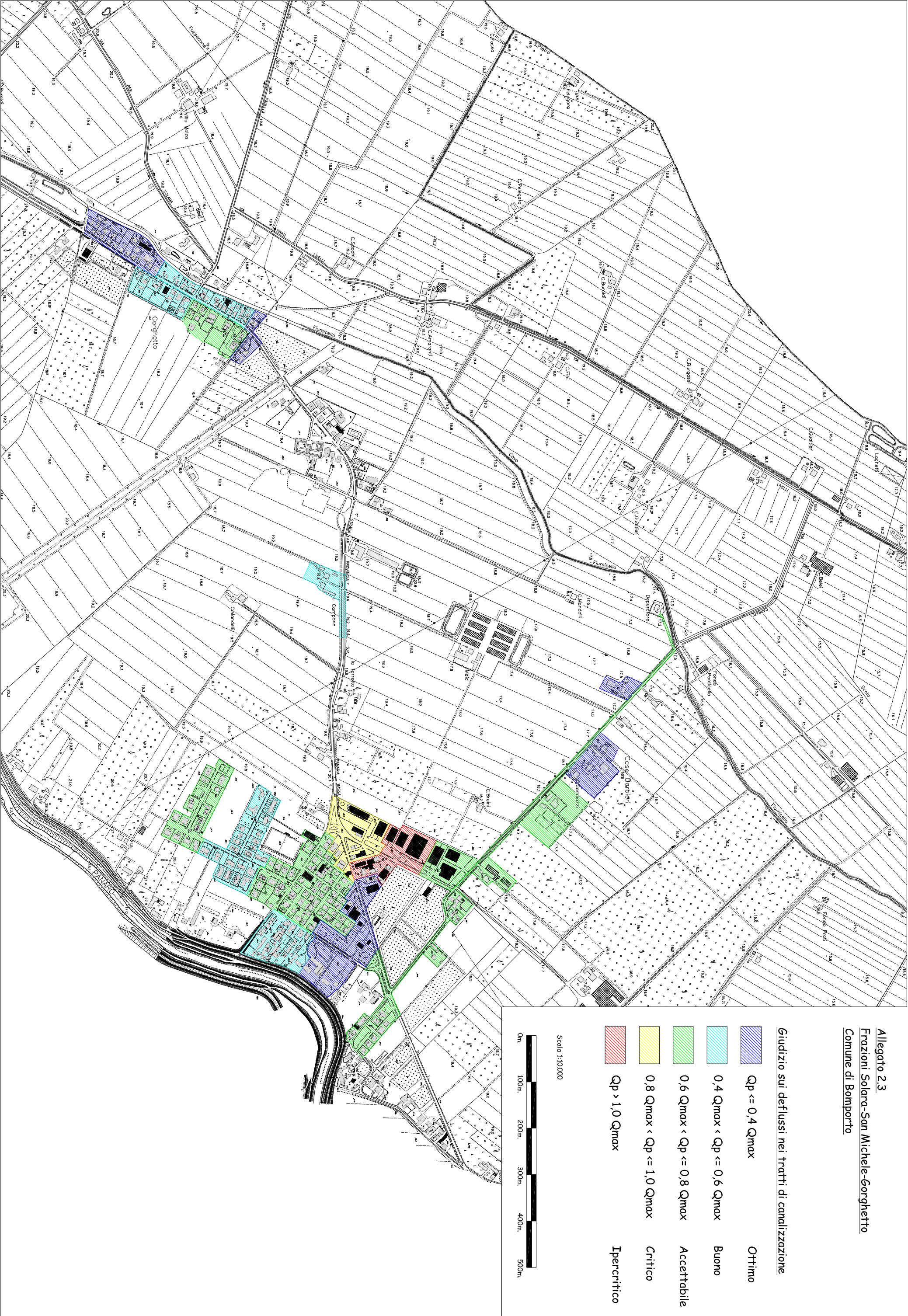
Scale 1:10.000



Giudizio sui deflussi nei tratti di canalizzazione

	$Q_p \leq 0,4 Q_{max}$	Ottimo
	$0,4 Q_{max} < Q_p \leq 0,6 Q_{max}$	Buono
	$0,6 Q_{max} < Q_p \leq 0,8 Q_{max}$	Accettabile
	$0,8 Q_{max} < Q_p \leq 1,0 Q_{max}$	Critico
	$Q_p > 1,0 Q_{max}$	Ipercritico

Scale 1:10.000



Allegato 2.2

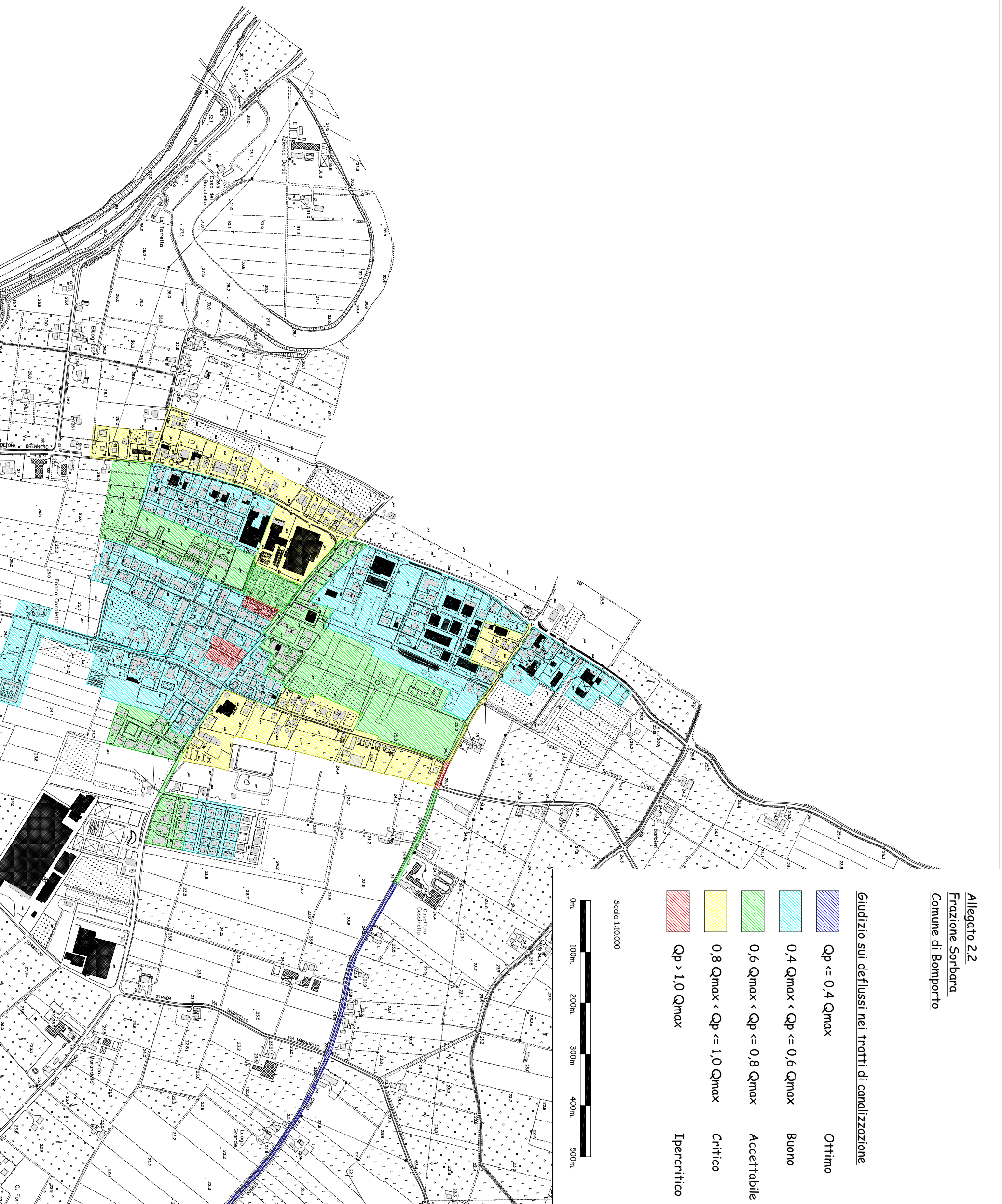
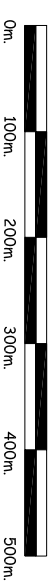
Frazione Sorbara

Comune di Bomporto

Giudizio sui deflussi nei tratti di canalizzazione

	$Q_p \leq 0,4 \ Q_{max}$	Ottimo
	$0,4 \ Q_{max} < Q_p \leq 0,6 \ Q_{max}$	Buono
	$0,6 \ Q_{max} < Q_p \leq 0,8 \ Q_{max}$	Accettabile
	$0,8 \ Q_{max} < Q_p \leq 1,0 \ Q_{max}$	Critico
	$Q_p > 1,0 \ Q_{max}$	Ipercritico

Scala 1:10.000



Allegato 2.4
Frazione Villavara
Comune di Bomporto

Giudizio sui deflussi nei tratti di canalizzazione

	$Q_p \leq 0,4 Q_{max}$	Ottimo
	$0,4 Q_{max} < Q_p \leq 0,6 Q_{max}$	Buono
	$0,6 Q_{max} < Q_p \leq 0,8 Q_{max}$	Accettabile
	$0,8 Q_{max} < Q_p \leq 1,0 Q_{max}$	Critico
	$Q_p > 1,0 Q_{max}$	Ipercritico

Scale 1:10.000

